SCIENCES ET AVENIR
SCIENCESETAVENIR.FR

NEIL ARMSTRONG
Hommage au premier homme sur la Lune p.8

© PHOTOTAKE/RBSIP/PHOTOMONTAGE S&A - NASA/AFP - GIANALBERTO CIGOLINI/AFP - ODILON DIMIER/AFP

ALZHEIMER
Ce serait une MALADIE INFECTIEUSE p.50

- Un prion responsable de la contamination
- Un vaccin testé
- Trois médicaments à l'essai

L'étonnant cépage anti-alcool p.72

L'ordinateur au secours du conducteur p.16

OCTOBRE 2012 - N° 788 - 4 €

MILLÉSIME

LA BIÈRE DE DÉGUSTATION PAR 1664

FRED & FARID BK RCS Strasbourg 775 614 308

1664 France

LE GOÛT À LA FRANÇAISE

Fruit de notre savoir-faire et du malt de la dernière récolte, 1664 Millésime révèle chaque année des arômes uniques. Une variation subtile, pour une grande bière de dégustation. Le brassin 2012 se distingue par des notes de vanille et de réglisse.

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. À CONSOMMER AVEC MODÉRATION.

Sciences et Avenir

33, rue Vivienne 75083 Paris Cedex 02
Tél. : 01.55.35.56.00. Fax : 01.55.35.56.04
E-mail : redaction@sciencesetavenir.fr
Site Internet : sciencesetavenir.fr

Directrice de la rédaction
Dominique LEGLU 56.02
Rédacteurs en chef
Carole CHATELAIN **(mensuel)** 56.57
Aline KINER **(hors-série)** 56.42
Olivier LASCAR **(pôle digital)** 56.15
Rédactrices en chef adjointes
Andreina DE BEI **(photo-iconographie)** 56.31
Pascale PAOLINI **(édition)** 56.10
Secrétaire générale de la rédaction
Véronique MESSAGER 56.18
Chefs de service
Rachel MULOT (enquêtes) 56.07
Mathieu NOWAK (actualités, rendez-vous) 56.38
Adjoint au chef de service
Hervé RATEL (actualités) 56.45
Chefs de rubrique
Azar KHALATBARI (fondamental, sciences de la Terre) 56.46
Sylvie RIOU-MILLIOT (médecine, santé) 56.54
Rédaction
Bernadette ARNAUD grand reporter (archéologie, histoire) 56.44
Olivier HERTEL (technologies, futur, décryptage) 56.03
Cécile MICHAUT (chimie, nouveaux matériaux) 56.27
Sylvie ROUAT (espace, astronomie) 56.40
Elena SENDER grand reporter (biologie, neurosciences) 56.43
Collaborateurs : Yves BLANC, Guillaume CANNAT, Loïc CHAUVEAU, Marie-Noëlle DELABY, Florence LEROY, Pierre MIQUEL, Henri-Pierre PENEL
Ont collaboré à ce numéro : Laurent BRASIER, Rémi CANAL, Arnaud DEVILLARD, Jean-François HAÏT, Pierre KALDY,
Secrétariat de rédaction
Frank MIETTON 56.17 (1re secrétaire)
Maquette
Dominique PASQUET (direction artistique, conception) 01.44.88.35.51
Yves CLAVEL (directeur artistique) 56.22
Thalia STANLEY (directrice artistique adjointe) 56.21
Horia BAHRI 56.19, Jean-Louis GILABERT 56.28
Photo-iconographie
Isabelle TIRANT 56.32 avec Stéphane DAMANT et Laëtitia GUILLEMARD
Illustration
Sylvie DAOUDAL 56.20, Betty LAFON 56.37
Photogravure
Karine HUET 56.25 avec Julien TIRABY
Pôle digital
Cécile DUMAS (chef de rubrique) 56.56
Damien HYPOLITE (chef de projet infographie) 56.23
Joël IGNASSE (rédacteur spécialisé) 56.56
Documentation
Isabelle DO O'GOMES (chef de service) 56.40, Astrid SAINT AUGUSTE 56.48
Renseignements aux lecteurs, vente au numéro
Isabelle RUDI-HOUET 01.55.35.56.50/56.30
courrier-lecteurs@sciencesetavenir.fr
Informatique : Daniel DE LA REBERDIERE 56.06
Gestion : Agnès LE BOUCHER 56.16
Comptabilité : Tania MINISTRO 56.14, Nathalie TRÉHIN 56.13
Assistante de direction
Valérie PELLETIER 56.01

Abonnements : 01.40.26.86.11
142, rue Montmartre, 75103 Paris Cedex 02
abonnements@sciencesetavenir.fr

Publicité
MediaObs, 44, rue Notre-Dame-des-Victoires 75002 Paris
Tél. : 01.44.88.97.70. Fax : 01.44.88.97.79.
Tél. : composer le 01.44.88 suivi des 4 chiffres entre parenthèses.
Courriel : l'initiale du prénom puis nom suivi de @mediaobs.com
Directrice générale
Corinne ROUGÉ (93.70) assistée de Marie-Noëlle MAGGIE (93.70)
Directeur de publicité adjoint : Sylvain MORTREUIL (97.75)
Responsable Web : Romain COUPRIE (80.25)
Assistante commerciale : Séverine LECLERC (97.57)
Exécution : Nicolas NIRO (80.26)
Administration des ventes : Caroline HAHN (97.58)

Ventes
Directeur commercial
Jean-Claude ROSSIGNOL 01.44.88.35.40
Directrice commerciale adjointe
Paule COUDERAT 01.44.88.34.56
Directeur des ventes
Valéry SOURIEAU
Directeur des abonnements
Philippe MENAT 01.44.88.35.02 assisté de Lina QUACH 34.54
Relations extérieures
France ROQUE 01.44.88.35.79
Sciences et Avenir SAS
Président : Claude PERDRIEL
Directeur de la publication : Claude PERDRIEL.

Vente au numéro, **33, rue Vivienne, 75002 Paris**. Tél. : 01.55.35.56.00. Fax 01.55.35.56.04. Les abonnements et réabonnements doivent être adressés à Sciences et Avenir, Service abonnements, 142, rue Montmartre, 75002 Paris. Tél. : 01.40.26.86.11. Tarif des abonnements : France, 1 an simple (12 numéros) : 35 €. 1 an complet (12 numéros + 4 hors-séries) : 48 €. Tarifs pour les pays étrangers sur demande.
Multimédia : ID OBS, 10-12, place de la Bourse, 75002 Paris. Tél : 01.44.88.34.34.
Imprimerie SEGO-Taverny. Distribution Presstalis.

Les noms et adresses de nos abonnés seront communiqués aux organismes liés contractuellement avec Sciences et Avenir, sauf opposition. Dans ce cas, la communication sera limitée au service de l'abonnement. Ce numéro comprend, jetés sur couverture, un encart Atlas Corps Humain sur la totalité de la diffusion abonnés, un encart Tapisseries d'Aubusson et un catalogue Objet du Mois et un message Collection en diffusion partielle des abonnés. Commission paritaire n° 0615 S 70712. ISSN 0036-8369. Distribué par NMPP. Photogravure : PCH, 10-12, place de la Bourse 75002.

OJD PRESSE PAYANTE Diffusion Certifiée 2011

B. MARTINEZ

DOMINIQUE LEGLU
Directrice de la rédaction

“Espoir”

Aujourd'hui, en France, 25 nouveaux cas de maladie d'Alzheimer sont diagnostiqués toutes les heures. La maladie fait peur et chacun espère que ni un proche, ni lui-même ne sera affecté. Cela ne doit cependant pas empêcher de suivre, sans pathos, les avancées de la recherche, de la médecine et des soins pour contrer ses attaques. C'est justement ce que *Sciences et Avenir* a tenu à faire, à la veille de la Journée mondiale d'Alzheimer, le 21 septembre, ainsi que du colloque La Cause des aînés 2, les 20 et 21 octobre, dont le magazine est partenaire (1).

C'est aussi ce qui a donné, après enquête, son titre de couverture. Il ne manquera pas de surprendre. C'est en effet une nouvelle vision d'Alzheimer que présentent aujourd'hui les chercheurs : celle d'une maladie infectieuse. Ici, ni virus, bactérie ou parasite. Serait en cause un agent pathogène qui a déjà fait beaucoup parler de lui, le fameux « prion » *(lire p. 55)*, évoqué lors de la crise de la vache folle et sa version humaine, la maladie de Creutzfeldt-Jakob. Autrement dit, la dégénérescence du cerveau serait due à la propagation à travers ses tissus de protéines anormales et infectieuses (2). Aujourd'hui, deux types de prion sont pointés du doigt qui occasionnent – en simplifiant beaucoup, d'abord par les agrégats qu'ils provoquent, ensuite par la déstructuration des neurones – les pertes de mémoire, puis les modifications de comportement. Dans les cas les plus graves, environ huit à dix ans après les débuts de la maladie, le cerveau très mal en point peut faire sombrer la personne dans une grave démence. Nous nous efforçons d'expliciter ce processus dans un graphique *(pp. 54-55)* que d'aucuns jugeront anxiogène mais dont la compréhension, nous a-t-il semblé, peut armer intellectuellement ceux qui regardent la maladie en face, pour une raison ou une autre.

Avec cette description nouvelle, il faut s'en réjouir, c'est tout un paysage de lutte qui se dessine, avec des stratégies innovantes que nous avons voulu détailler. A court terme d'abord : dans les toutes prochaines semaines, doivent être donnés des résultats d'essais cliniques majeurs. Si les annonces précédentes, et tout particulièrement cet été, ont été négatives, l'espoir demeure *(lire p. 56)*. La tactique choisie consiste à stimuler toutes les défenses immunitaires du malade contre les agents pathogènes de la même manière que s'organise la lutte contre le cancer. Un résultat positif serait une percée d'autant plus extraordinaire, comme nous le rappelle le Pr Bruno Dubois, directeur de l'Institut de la mémoire et de la maladie d'Alzheimer, à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière *(p. 56)*, que cela permettrait, sans plonger dans une angoisse trop forte, de pratiquer un diagnostic précoce de la maladie. Annonce difficile mais indispensable. Car il faut traiter le plus tôt possible, tel est en effet le refrain aujourd'hui entonné par les spécialistes.

Mais à l'art de la guerre, pourrait aussi se substituer, nouvelle surprise, celui de la… dissuasion antiprion. Prévenir plutôt que guérir. Des médicaments originellement destinés à d'autres maladies, a-t-on observé, empêcheraient la survenue des démences *(p. 62)*, nous révèle le Pr Judes Poirier, depuis Montréal. Une retombée collatérale de la médecine qui pourrait se muer en fantastique espoir.

---

(1) Lire pp. 65-66. Notamment pour tous les informations pratiques dont on peut avoir besoin, en situation difficile.
(2) Prion est l'acronyme de *proteinaceous infectious only particle.*

PARIS

LA VILLE À REMONTER LE TEMPS

© 1990, Le Bail Panven.
© 2012, Johan Otto Von Spreckelsen – Tour Cristal,
© 2012, La Grande Arche,
CANAL+ Distribution, SAS au capital de 74 000 € – 383 866 793 RCS Nanterre.
CANAL+ S.A. au capital de 93 018 076 € – 339 211 734 RCS Nanterre.
BETC EURO RSCG

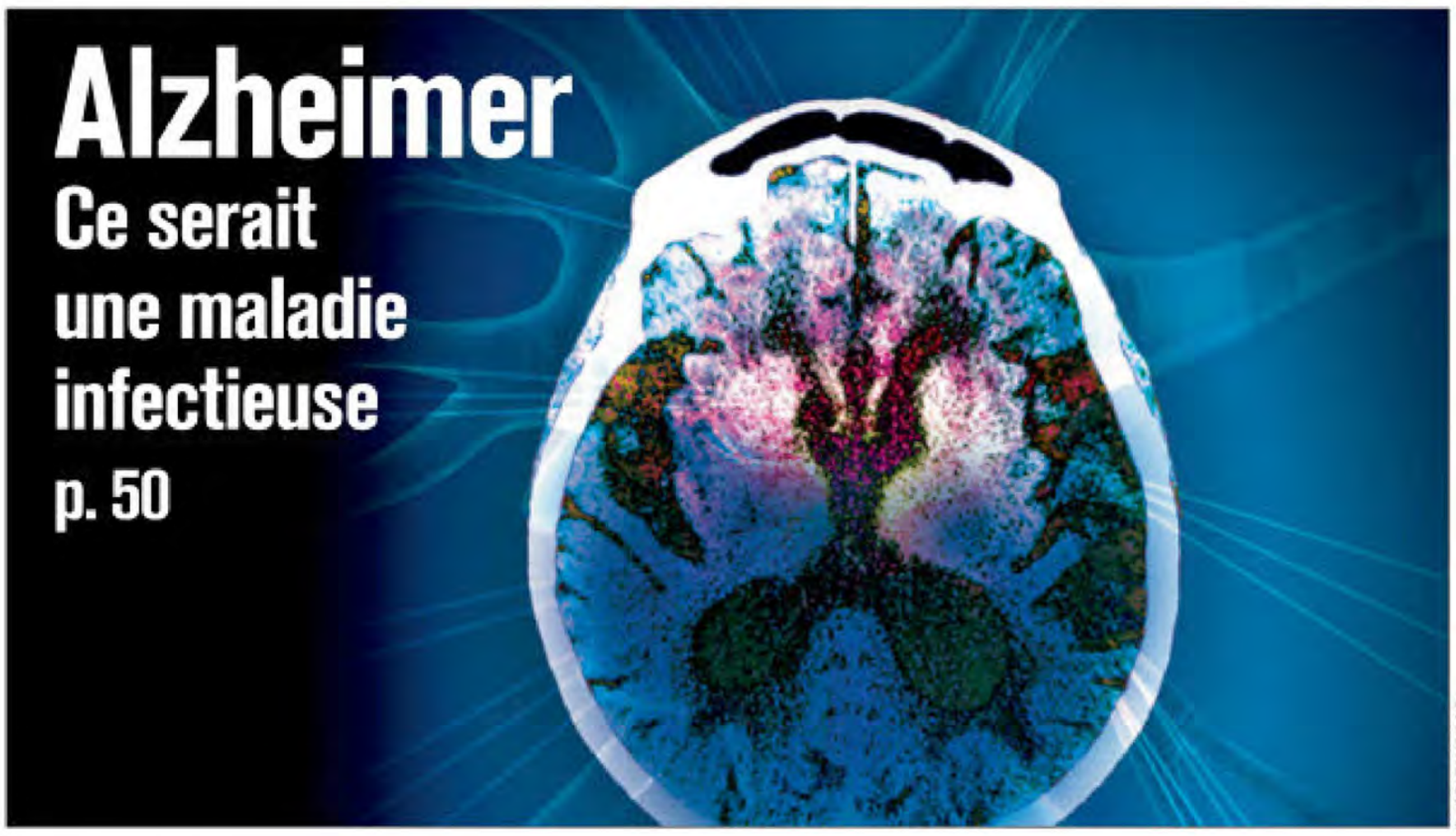
Découvrez le docufiction **PARIS, LA VILLE A REMONTER LE TEMPS**, et embarquez en famille pour un voyage numérique de 5 000 ans au cœur de la Ville Lumière. Vous n'avez pas fini de découvrir Paris !

Rendez-vous le 1er octobre 2012 à 20H45 sur PLANETE+, et prolongez l'expérience sur **paris.canalsat.fr**.

PLANETE +

EN PARTENARIAT AVEC DASSAULT SYSTEMES

en exclusivité sur CANALSAT



PHOTOTAKE/BSIP

3 **EDITO :** « Espoir »

7 **COURRIER**

L'ÉVÉNEMENT

8 Neil Armstrong, un petit pas vers l'éternité

ACTUALITÉS

L'INFOGRAPHIE DU MOIS

16 Comment l'ordinateur sauve-t-il la vie du conducteur ?

TERRE ET COSMOS

18 Le magma des points chauds a parcouru 2900 km

FONDAMENTAL

22 La revanche du maser

PASSÉ

26 Le français viendrait d'Anatolie

FUTUR

28 Un livre stocké dans des brins d'ADN

NATURE

30 Des papillons mutants découverts à Fukushima

SANTÉ ET BIOLOGIE

36 Un spay nasal pour prévenir les suicides ?

NUTRITION

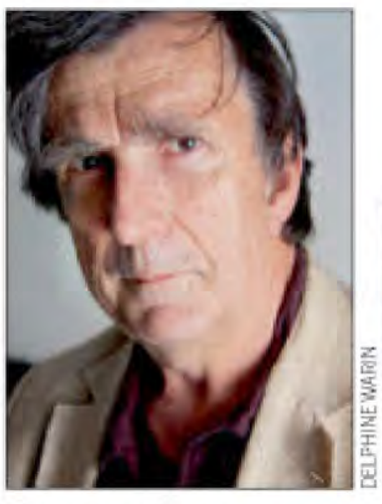
44 Les épices ont-elles des vertus thérapeutiques ?

NASA/AFP

Armstrong, un petit pas vers l'éternité p. 8

ALEXANDRA FRANKEWITZ/TRANSIT

Le cépage qui va sauver la vigne p. 72



DELPHINE WARIN

Rencontre avec Bruno Latour p. 46

Les téléviseurs grand écran et 3D p. 86

DR

RENCONTRE

46 **Bruno Latour :** « Décrypter les controverses est un enjeu démocratique »

DOSSIER

50 **Alzheimer, ce serait une maladie infectieuse**

52 2012, changement de cap pour la recherche

53 L'hypothèse inattendue d'une maladie à prion

56 Les pistes les plus prometteuses

62 L'accompagnement sur mesure, un facteur clé

DÉCOUVERTES

68 **ESPACE** Curiosity, chroniques martiennes, épisode 2

72 **AGRONOMIE** Le cépage qui va sauver la vigne

78 **PORTFOLIO** 20 000 ours sous les glaces

DÉCRYPTAGE

82 Peut-on se connecter sur le Net gratuitement dans le métro ?

84 Les bougies auriculaires à l'épreuve des faits

S'ÉVADER

86 **TEST HIGH-TECH** Les téléviseurs grand écran et 3D

90 **LE CIEL** d'octobre

92 **RENDEZ-VOUS**

94 **LIVRES** Pour une éthique de la biosphère

98 **AUTOUR D'UN LIVRE** Entretien avec Pierre Papon : « Il faut faire les bons paris scientifiques »

Et si plus d'1 million de personnes soutenaient vos projets ?

Quand les enseignants se mobilisent pour réaliser leurs projets, ils créent leur propre banque. *En permettant à l'épargne de tous ses Sociétaires de financer les projets de chacun, la CASDEN démontre depuis 60 ans la performance d'un système bancaire coopératif.*

Rejoignez-nous sur casden.fr ou contactez-nous au 0826 824 400

(0,15 € TTC/min en France métropolitaine)

+X BANQUE POPULAIRE

L'offre CASDEN est disponible en Délégations Départementales et également dans le Réseau Banque Populaire.

casden BANQUE POPULAIRE

CASDEN, la banque coopérative de l'éducation, de la recherche et de la culture

CASDEN Banque Populaire - Société Anonyme Coopérative de Banque Populaire à capital variable – Siège social : 91 Cours des Roches – 77186 NOISIEL.
Siret n° 784 275 778 00842 . RCS Meaux. Immatriculation ORIAS n° 07 027 138. BPCE – 50 rue Pierre Mendès France – 75013 Paris – RCS 493 455 042.

● Alfa de Tampère - Illustration : Killoffer

Une expérience de poids

Bravo pour votre article du numéro 786 [août 2012] sur le boson de Higgs. Juste une petite précision au sujet de la photo de l'expérience CMS de la page 12. Ce n'est pas l'expérience CMS mais juste un des deux bouchons de 1500 tonnes de CMS pendant sa phase d'assemblage en surface. Donc environ un dixième de la masse de l'expérience qui approche au total les 15 000 tonnes.

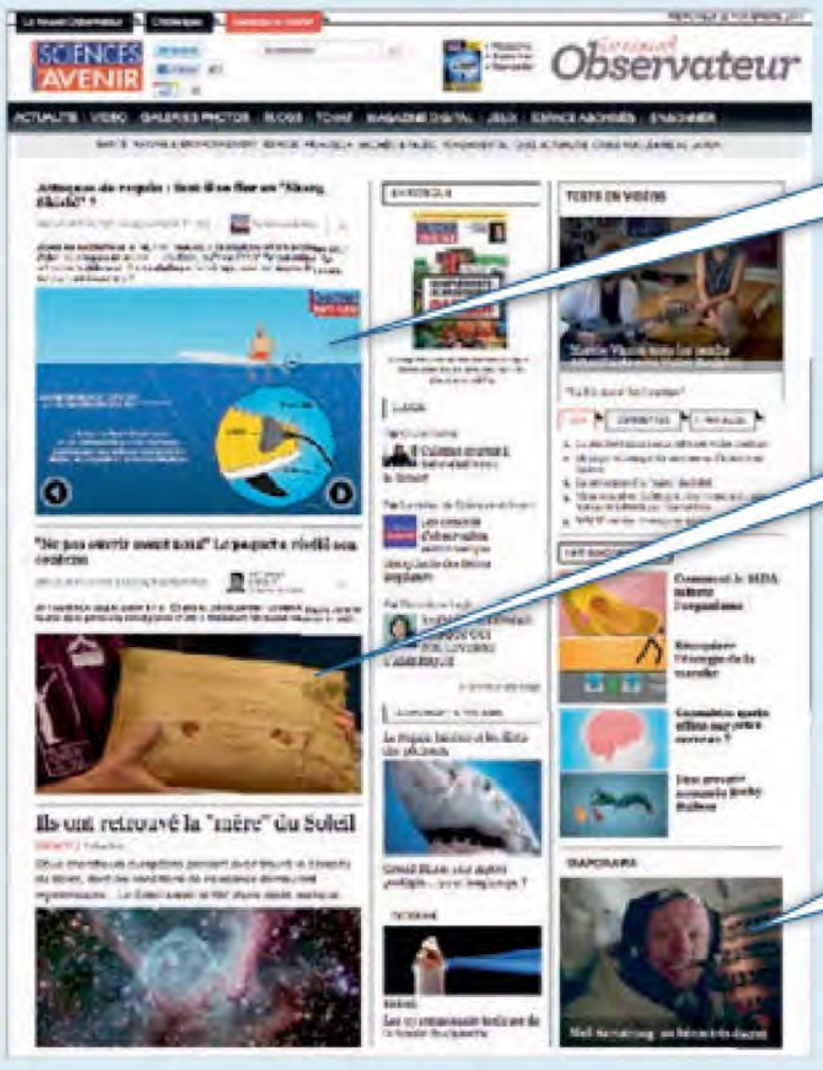
Un des défis majeurs de cette expérience, hormis la découverte du boson de Higgs, a été son assemblage en surface et la descente de ses éléments 100 mètres plus bas, dans une caverne creusée pour la recevoir. […]

Une indication pour vos lecteurs, le Cern se visite tous les jours sauf le dimanche en réservant sur le Web (une invention du Cern) au service des visites.

Lucien Veillet, coordinateur de l'assemblage CMS de 1995 à 2009

A lire ce mois-ci sur notre site

www.sciencesetavenir.fr



INFOGRAPHIE
Le *shark shield* est censé repousser les requins avec un champ électrique. Est-ce que ça marche ?

MYSTÈRE
Un paquet scellé voici 100 ans et conservé dans un musée norvégien a été ouvert le 24 août. Qu'y avait-il à l'intérieur ?

DIAPORAMA
Neil Armstrong, sa vie en photos. Retrouvez les images qui retracent la carrière du premier homme sur la Lune.

Jeux mathématiques, suite

Dans votre n° 786, p. 88, vous proposez de carreler une piscine. Votre principe est de diviser la surface de la piscine par la surface d'un carreau : sacrilège ! Jamais un carreleur n'utilisera cette méthode et il vous manquera une trentaine de carreaux ! Il faut diviser la largeur puis la longueur par le côté d'un carreau, prendre le résultat par excès, puis multiplier ces deux nombres (14 028). Comme le résultat de la division ne tombe pas juste, il faudrait idéalement répartir le "morceau" de carreau de part et d'autre, ce qui nous donne en fait 14 112 carreaux (contre 13 889 avec votre solution). Ce fut au programme du CM2 il y a une quarantaine d'années, mais à l'époque on ne connaissait pas le boson de Higgs… » **Myrtil Cuvelier, courriel**

S. et A. : Dans la correction de l'exercice 1 intitulé « Petits et grands travaux », nous n'avons volontairement pas pris en compte dans les calculs la forme des carreaux ni celle de la piscine. Il semble en effet évident que les carreaux peuvent être découpés, ainsi seule la surface globale compte (et pas forcément la forme).

Votre raisonnement est également correct lorsque l'on tient compte des formes de la piscine et des carreaux.

La solution du jeu mathématique n° 11 p. 87 du n° 786 est pour le moins higgstérique. On ne peut pas trouver le nombre de grains de sable en divisant le contenant par le contenu élémentaire assimilé à une sphère. Les espaces entre les sphères sont oubliés, et ce quelle que soit la taille de la sphère. »

Gérard Leclercq, Perpignan (Pyrénées-Orientales)

S. et A. : Dans la correction de l'exercice intitulé « Souvenirs de vacances », nous avons supposé, pour simplifier le problème, que les grains de sable remplissaient parfaitement le volume du flacon. Ainsi l'espace entre les grains de sable est supposé négligeable dans notre calcul.

En ce qui concerne le problème n° 15, autre erreur de raisonnement, ou du moins de précision dans l'énoncé. Il est écrit que "Manon pioche deux cartes dans un jeu de 32 cartes". Ce qui signifie logiquement que Manon pioche une première carte, puis une seconde, la première carte n'ayant pas été remise dans le jeu entre-temps. Sa probabilité de gain est donc de (1/8) × (16/31), soit 2/31, et celle de Fanny est de 29/31. »

Michel Monerie, courriel

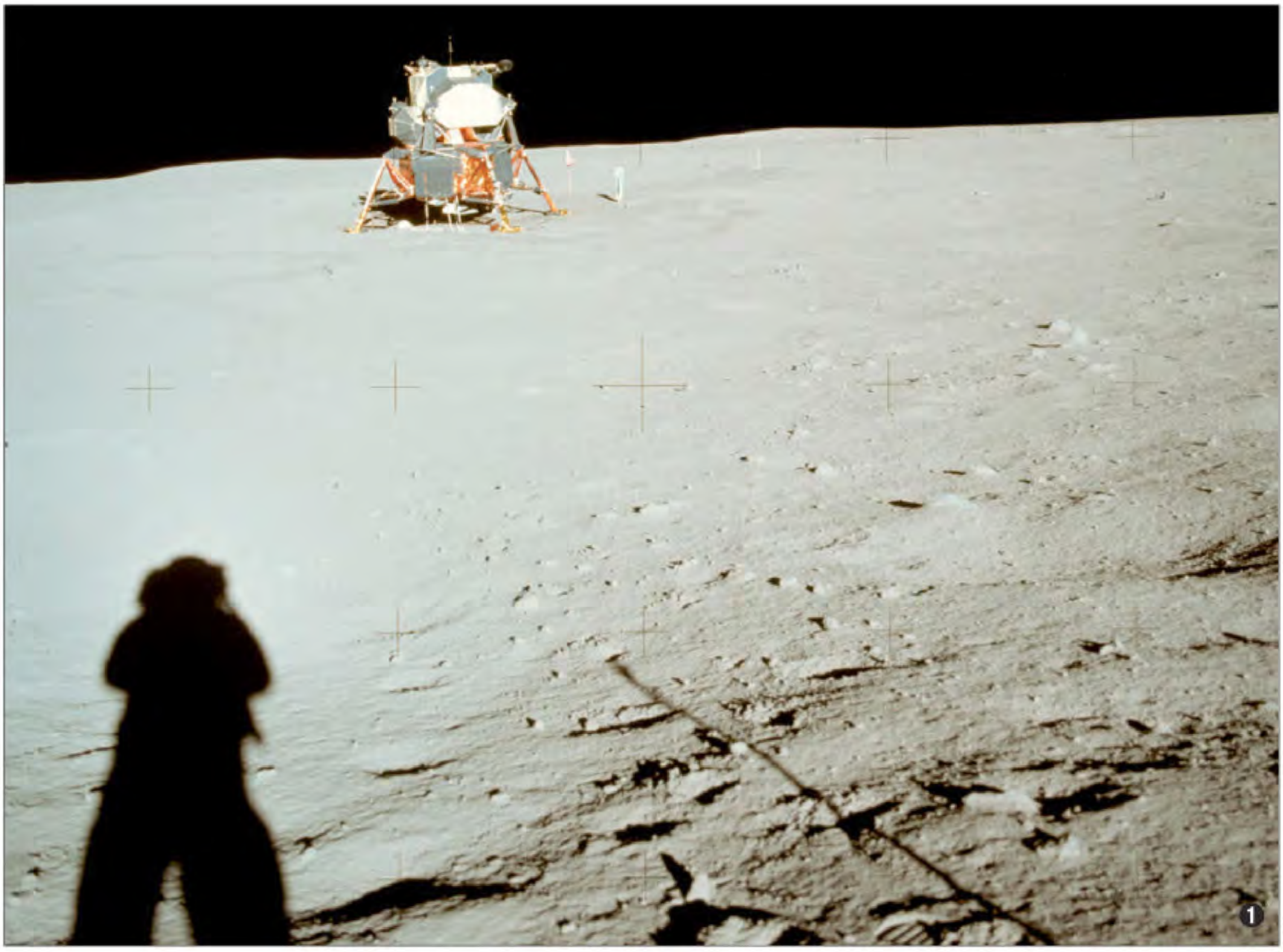
S. et A. : Dans la correction de l'exercice 15 intitulé « Les cartes à la plage », votre calcul est tout à fait exact dans le cas où les cartes sont tirées sans remise. Nous avons considéré dans notre corrigé que les tirages étaient effectués avec remise. Cela permettait de simplifier les calculs de fractions.

Armstrong
Un petit pas vers l'éternité

A l'occasion de la disparition du célèbre astronaute américain, hommage à un héros très discret.

PHOTOS : NASA

Le 20 juillet 1969, Neil Armstrong est le premier homme à fouler le sol lunaire. Il immortalise l'événement en photographiant son propre pied.

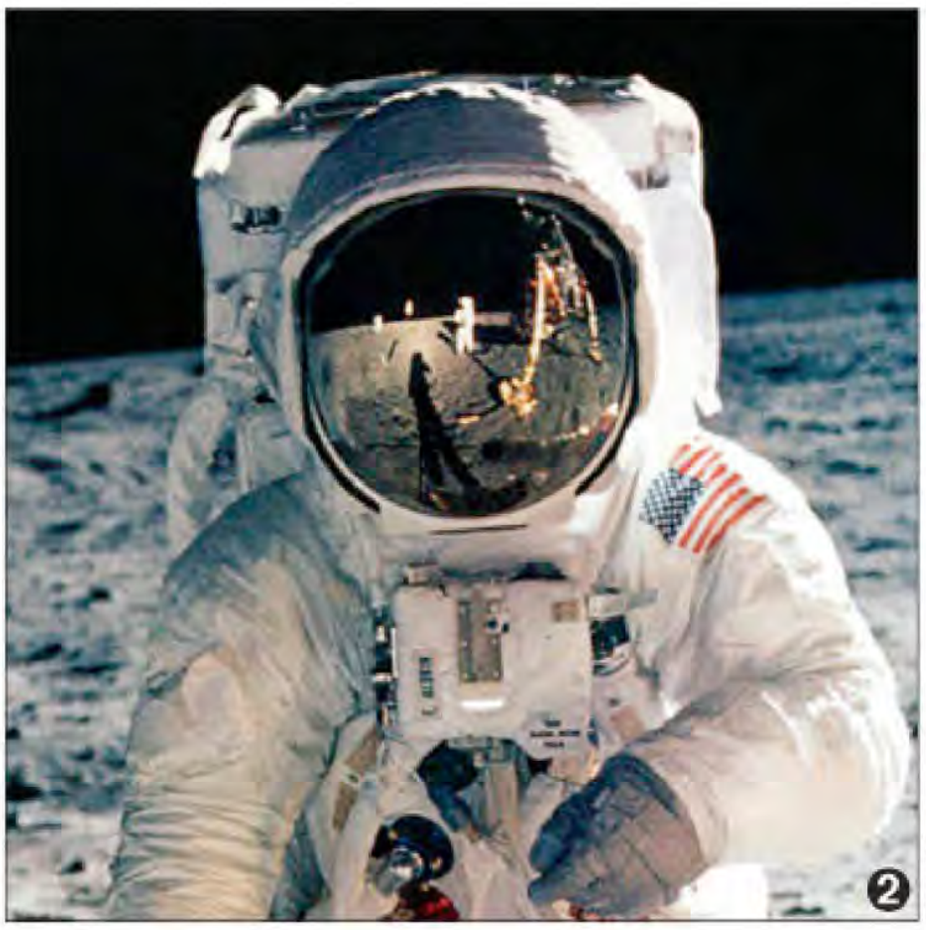


1 NASA

Le 25 août 2012, la chaîne américaine NBC affiche sur son site la nouvelle avant tout le monde : *« L'astronaute Neil Young, premier homme à marcher sur la Lune est mort, à 82 ans »*, tandis que quelques médias annoncent le décès de Neil Armstrong sous la photo de son coéquipier Buzz Aldrin. Le président Barak Obama a beau immédiatement rendre hommage au héros de l'Amérique, cette double méprise montre que le pays ne semble pas vraiment connaître l'homme qui a marché sur la Lune, pas plus que le chanteur canadien ou que le coureur cycliste homonyme qui a défrayé la chronique au même moment. Car ainsi était Armstrong : simple et discret, fuyant depuis quarante-trois ans la célébrité et les mondanités. Après son extraordinaire exploit réalisé le 20 juillet 1969 (temps universel), l'astronaute originaire de l'Ohio était retourné à une vie paisible, quittant la Nasa et entreprenant un cycle d'études pour devenir professeur d'aéronautique, lui qui avait prouvé ses aptitudes dans ce domaine comme personne. Fuyant les universités prestigieuses qui lui ouvraient grand leurs portes, il a opté pour un poste à l'université de Cincinnati, dans l'Ohio. Très loin de ces héros hollywoodiens adulés aux Etats-Unis, il refusait d'accorder des autographes après avoir découvert que certains étaient revendus à prix d'or, et n'a pas manqué de traîner en justice son coiffeur qui revendait ses mèches à des collectionneurs.

> “Après son pas lunaire, il n'a fait sien aucun combat : même pas pour la poursuite des vols habités”

« On peut saluer à juste titre sa sagesse, reconnaît Alain Dupas, chercheur associé à l'Institut de politique spatiale de l'université George Washington (Etats-Unis), *mais il a manqué indéniablement le rôle historique qu'il pouvait jouer pour l'avenir de l'aéronautique. »* En effet, après son pas lunaire, il n'a fait sien aucun combat : ni la poursuite des missions habitées, ni une quelconque cause sociale. Effacé et sobre jusque dans l'annonce de l'incroyable exploit, lorsqu'il parvint ce dimanche 20 juillet à 15 h 18 à poser le module d'exploration Eagle sur le sol lunaire : *« Houston, ici, la base de la Tranquillité. L'Aigle a atterri. »* Rien d'autre. Même sa célèbre phrase *« Un petit pas pour un homme, un bond de géant pour l'humanité »* ne laisse transparaître aucune émotion. Il faudra même une erreur de transcription *(« Un petit pas pour l'homme, un grand pas pour l'humanité »)* pour donner à cette phrase une portée universelle. Pourtant, aux yeux des responsables de la Nasa, Neil Armstrong avait le profil idéal pour cette mission hors du commun. Pilote dès 16 ans – il avait attrapé le « virus » à l'âge de 6 ans après avoir assisté à un meeting



AFP/NASA

DALMAS/SIPA

DALMAS/SIPA

L'incroyable exploit

L'ombre de Neil Armstrong photographiant le module LM qui, quelques heures auparavant, l'a déposé avec Buzz Aldrin sur le sol de la mer de la Tranquillité ❶. La silhouette de Neil Armstrong apparaît dans le reflet du casque de Buzz Aldrin ❷. L'Amérique fête ses trois héros de l'espace le 13 août à New York, Neil Armstrong, Buzz Aldrin et Michael Collins ❸. De retour sur Terre, quatre jours plus tard, les trois astronautes sont mis en quarantaine durant 21 jours ❹. « Sciences et Avenir », dans son numéro 271 de septembre 1969 célèbre « le succès d'Apollo 11 » ❺.

LE SUCCÈS D'APOLLO-11

5

aérien –, il a été guidé toute sa vie par sa passion de l'aviation. A 20 ans à peine, il acquiert une grande renommée en raison de ses exploits lors de la guerre de Corée : il réussit en effet à ramener son avion sur une base amie malgré l'aile droite sectionnée. La guerre finie, il reprend ses études à l'université de Purdue, puis se marie avec Janet – dont il divorcera en 1994 – et intègre très vite la célèbre base Edwards, dans le désert de Mojave, en Californie, où il se distingue comme pilote de X15. « *Le North American X15 était alors un avion fusée expérimental dont le pilotage était réputé très difficile* », raconte Alain Dupas. Neil Armstrong parvient à piloter ces engins avec dextérité. Pourtant, dans sa vie privée, il est frappé par un drame : sa petite fille Karen est atteinte d'une tumeur au cerveau et son agonie durera une année entière…

C'est l'époque où la Nasa, créée un an plus tôt en juillet 1958, recrute des pilotes de chasse pour former des astronautes. Le président Eisenhower en a décidé personnellement. Il faut dire que l'espace est alors chasse gardée des Soviétiques… qui ont réussi l'impensable à peine une année plus tôt, le 4 octobre 1957 : le satellite Spoutnik est parvenu à se mettre en orbite autour de la Terre, là où jamais aucun engin construit de la main de l'homme n'était allé. Le monde entier a entendu les fameux « bip bip », narguant l'Amérique. En cette période de guerre froide, les exploits sportifs comme aéronautiques sont censés apporter la preuve de la supériorité d'un système politique. Un mois à peine après Spoutnik, ce sont les jappements de la chienne Laïka – passagère de Spoutnik 2 – qui résonnent dans l'espace. Pendant ce temps, la première tentative américaine, le projet Vanguard, a lieu le 6 décembre 1957 et se solde par une explosion. On parle alors du « flopnik » américain… Cette humiliation pousse le président Eisenhower à fonder la Nasa et en confier la gestion à l'ingénieur allemand Wernher von Braun. Une figure très controversée, qui a conçu les fusées V2 pour l'armée nazie, de puissants missiles balistiques fabriqués par les déportés du camp de Dora-Mittelbau, en Thuringe. En 1945, après la défaite allemande, Wernher von Braun s'était rendu aux Américains qui l'avaient accueilli à bras ouverts comme d'autres scientifiques allemands, de peur que la technologie nazie ne tombe entre les mains des Soviétiques. C'est von Braun qui aidera l'Amérique à relever la tête… mais la route sera longue. Car le « camp d'en face » frappe encore : début 1959, trois sondes automatiques (Luna 1, 2 et 3) se placent en orbite autour de la Lune et Luna 3 réussit même à fournir les premiers clichés de notre satellite naturel.

L'Amérique est alors en proie aux doutes : le Président refuse de s'engager pour une mission de débarquement sur la Lune. Difficile de sortir les 30 milliards de dollars nécessaires, mais impossible de se désengager de la course à l'espace. Le programme Mercury, décidé alors, ne vise pas plus loin que l'orbite terrestre et forme pour cela des astronautes. En attendant, les Soviétiques entraînent aussi dans le plus grand secret leurs cosmonautes… et parviennent le 12 avril 1961 ●●●

Il a dit…

APPROCHE « De toutes les vues spectaculaires que nous eûmes la chance de contempler, la plus impressionnante fut celle que nous découvrîmes pendant le trajet quand nous volions dans l'ombre de la Lune […] Elle n'était pas du tout éclairée par le Soleil mais seulement illuminée par le rayonnement de la Terre. Ça la rendait d'un gris bleuté […] J'eus alors réellement conscience, visuellement conscience, que la Lune était en fait une sphère et non un disque. C'était un peu comme si elle nous montrait ses rondeurs, sa ressemblance avec notre Terre, comme en signe de bienvenue. J'étais sûr qu'elle serait un hôte très accueillant. Elle attendait depuis si longtemps ses premiers visiteurs. »

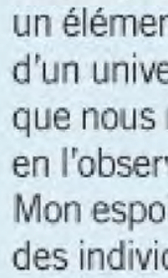
ALUNISSAGE : « Le ciel est noir, vous savez. Très sombre. Mais il faisait plutôt penser à la lumière du jour qu'à l'obscurité, quand on regardait par le hublot. C'était étrange, mais la surface lunaire paraissait chaude et accueillante […] C'est le genre de situation dans laquelle on a envie de sortir avec un maillot de bain pour tout vêtement et de bronzer un peu. »

PREMIER PAS (Lors de la descente du module) « La première marche n'est pas assez descendue mais c'est suffisant pour pouvoir remonter… Cela ne me demandera qu'un bon petit saut… Je suis maintenant au pied de l'échelle. Les pieds du module lunaire ne s'enfoncent que de quatre ou cinq centimètres dans le sol. Malgré tout la surface semble d'un grain très très fin, quand on s'en approche. C'est presque comme de la poudre. Par endroit c'est vraiment très fin. »

PREMIERS MOTS « J'avais pensé à ce que j'allais dire, surtout parce que tant de gens m'avaient demandé d'y réfléchir. J'y avais un peu pensé au cours du trajet vers la Lune, mais je ne l'ai vraiment décidé qu'à l'instant où nous allions sortir. »

ODEUR « L'odeur est quelque chose de très subjectif, mais c'était une odeur propre au matériel lunaire, entêtante, semblable à l'odeur de la poudre ou à celle que produit un pistolet à amorces. On a ramassé pas mal de poussières lunaires qu'on a ramenées dans notre vaisseau, soit sur nos combinaisons et nos bottes, soit dans le système de levage qui nous a servi à tout remonter à bord. Nous avons effectivement immédiatement remarqué cette odeur. »

MISSION « Il serait présomptueux d'isoler un fait que retiendrait l'histoire pour juger de l'importance de notre mission. Mais je dirai que cette entreprise éclairera l'humanité et nous aidera tous à mesurer le fait que nous sommes un élément important d'un univers bien plus grand que nous ne pouvons l'imaginer en l'observant de chez nous. Mon espoir est que cela aidera des individus, partout dans le monde, à redonner aux diverses entreprises de l'humanité la dimension qu'elles méritent. Peut-être que le fait d'être allé sur la Lune et d'en être revenu n'est pas si important que cela en soi. Mais il est évident que c'est une avancée suffisamment conséquente pour donner aux gens une nouvelle ampleur dans leur réflexion, une sorte d'illumination. »



Extraits de *J'ai marché sur la Lune*, de Neil Armstrong, édition L'Esprit du temps. Il s'agit d'une traduction partielle de *First on the Moon*, signé par Neil Armstrong, Buzz Aldrin et Michael Collins peu après leur retour sur Terre.

1

2

3

DALMAS/SIPA

●●● à envoyer un homme dans l'espace : Youri Gagarine tourne pendant 108 minutes autour de la Terre à 250 km d'altitude. Pour laver l'affront, l'Amérique doit frapper un grand coup. A la Maison-Blanche, John Fitzgerald Kennedy, 43 ans, qui succède au président Eisenhower, lance officiellement le programme Apollo, avec l'objectif de « *faire atterrir un homme sur la Lune et le ramener sain et sauf sur la Terre avant la fin de la décennie* ».

En juin 1962, la Nasa ouvre une nouvelle session de formation d'astronautes. Neil Armstrong, à peine sorti de son terrible chagrin, est candidat et intègre ainsi le prestigieux corps des pionniers de l'espace. La première étape sur le chemin de la Lune est la maîtrise des manœuvres d'orbite et les sorties extra-véhiculaires, depuis l'orbite terrestre. C'est l'objectif du programme Gemini. Armstrong y participe et réussit même un exploit très remarqué : au cours de la mission Gemini 8, alors qu'une panne fait tourner sa capsule comme une toupie, il identifie le problème et parvient à ramener son vaisseau au sol. Ce fait sera décisif pour la Nasa : Neil Armstrong sera le premier homme à poser un pied sur la Lune en 1969, au grand dam de son co équipier Buzz Aldrin qui en rêvait. Suivront six autres missions Apollo, à raison d'une tous

4

NASA/REX/SIPA

5

DALMAS/SIPA

Voler, la passion de toute une vie

Natif de Wapakoneta dans l'Etat d'Ohio, Neil Armstrong tout en étudiant à l'école secondaire fait partie de la fanfare municipale, où il apprend à jouer de nombreux instruments ❶.
Le 28 janvier 1956, Armstrong épouse Janet Shearon, rencontrée à l'université Purdue ❷. Il doit interrompre ses études pour faire son service militaire ; il y reçoit une formation de pilote d'avion à réaction. Il participe alors à la guerre de Corée. En 1952, il réintègre l'université pour achever ses études. Muni d'une licence d'aéronautique, il entre en mars 1955 à la Naca, ancêtre de la Nasa, et intègre la base Edwards en tant que pilote d'essai ❸. Il pilotera entre autres l'avion fusée expérimental X15 ❹.
Les mois qui précèdent le vol d'Apollo 11, en juillet 1969, Neil Armstrong subit une préparation intensive à la Nasa. Ici dans un simulateur, il s'entraîne à l'alunissage ❺.
En juillet 2005, Neil Armstrong pose près de sa photo, au musée des Sciences Príncipe Felipe, à Valence (Espagne) ❻.

6

AFP/JOSÉ JORDAN/FILES

DALMAS/SIPA

les deux à trois mois, faisant le plein d'échantillons lunaires. Mais la guerre du Viêt Nam, qui dure de puis 1964, nécessite un effort financier important, contraignant la Nasa à supprimer les missions Apollo 18, 19 et 20 dès 1970 et à déclarer la fin du programme Apollo dès 1972.
En attendant, le monde a bel et bien changé : le genre humain a brisé son horizon cosmique, et une foule de nouvelles inventions ont été héritées de ces programmes spatiaux, changeant peu à peu notre quotidien. Au premier rang de ces nouveautés, l'ordinateur. « *Les capsules Apollo ont été les premières à utiliser des ordinateurs à circuits intégrés* », rappelle Alain Dupas, ces puces électroniques qui ont transformé l'industrie et la vie quotidienne, avec les ordinateurs, les téléphones mobiles, les GPS, les cartes de paiement, etc. Les langages de programmation informatique ont aussi fait leur apparition et ne cesseront d'évoluer et se perfectionner. Des matériaux nouveaux, comme le Mylar, ont été conçus pour protéger les vaisseaux pendant leurs périples spatiaux et lors de leur retour dans l'atmosphère terrestre. Enfin, c'est au cours des premiers essais du programme Apollo que la Nasa a apporté une solution innovante à un problème incontournable et naturel : la couche-culotte ! Harnaché dans sa capsule pour le premier vol suborbital de l'Amérique le 5 mai 1961, l'astronaute Alan Shepard est pris d'une envie subite : il faut alors couper le courant qui alimente les capteurs de sa combinaison, pour qu'il puisse se soulager sans risquer l'électrocution. Depuis la couche-culotte fait partie de l'équipement des astronautes.
Après le programme Apollo, l'Amérique entame une longue rupture avec la Lune, préférant s'engager dans les programmes de navettes puis de la Station spatiale internationale. « *Si Neil Armstrong s'était davantage impliqué dans les activités de la Nasa, plaidant pour la continuation des missions lunaire shabitées, il aurait pu infléchir les décisions de l'Amérique en matière spatiale* », juge Alain Dupas. Ceux qui ont plaidé cette cause – comme Buzz Aldrin – ne pouvaient pas prétendre à la même force de persuasion. Dans l'histoire de l'humanité, il n'y a qu'un premier homme à avoir posé le pied sur la Lune…

Azar Khalatbari

Pour en savoir plus

Lune, d'Olivier de Goursac, Taillandier, 205 p. 29,90 €.

Demain, nous vivrons tous dans l'espace, d'Alain Dupas, Robert Laffont, 178 p., 18,25 €.

First Man. The Life of Neil Armstrong, de James Hansen, non traduit en français, Simon & Schuster, 784 p.

5 questions sur la Lune

Allons-nous y retourner ?

« Je fais le pari qu'à l'horizon 2025 des astronautes marcheront à nouveau sur la Lune, sous l'impulsion des Américains avec les Chinois, Européens, Japonais, Canadiens, Russes, Indiens, Brésiliens, etc., nous affirme Alain Dupas, chercheur associé à l'Institut de politique spatiale de Washington. Même si le président Obama a officiellement arrêté en 2011 le programme Constellation de retour sur la Lune, la Nasa, qui dispose de 8 milliards de dollars par an pour les vols habités, continue de développer un programme doté d'une fusée géante et d'un vaisseau. Le Congrès en a en effet décidé ainsi, car cela coûterait plus cher d'arrêter le programme, déjà bien avancé. Le vaisseau Orion devrait effectuer son premier vol d'essai en 2014, puis en 2021 son premier vol habité. Son objectif à long terme pourrait être l'installation d'une base lunaire permanente, mais aussi une station spatiale au point de Lagrange * entre la Terre et la Lune, qui pourrait servir de relais pour les voyages lunaires et martiens. Par ailleurs, certains Européens, les Allemands en particulier, poussent l'ESA à concevoir un atterrisseur lunaire automatique. La décision pourrait être prise au prochain conseil de l'agence spatiale, mi-novembre, avec comme but un "alunissage" vers 2018. Une grande première… »

Propos recueillis par A. Kh.

Ira-t-on exploiter l'or lunaire ?

Grâce aux missions Apollo, la présence d'or et d'argent a été révélée dans le sous-sol lunaire dès les années 1970. Puis, on a aussi repéré du titane et du platine. En 2010, la mission américaine LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite) a détecté, dans le sous-sol du cratère Cabeus, de l'hydrogène, du mercure et du méthane… Mais tous ces éléments sont en quantités trop faibles pour intéresser une compagnie minière. Une autre piste paraît plus prometteuse : celle de l'hélium 3, un élément diffusé par les vents solaires. Sur Terre, il n'y en a que de faibles quantités, en raison du champ magnétique de notre planète. Sur la Lune en revanche, cet élément serait présent à hauteur de millions de tonnes à faible profondeur sous la surface. Une aubaine lorsque l'on sait qu'il pourrait constituer un combustible idéal pour la fusion nucléaire et que quelques centaines de tonnes seulement satisferaient les besoins énergétiques de l'humanité chaque année. Mais là encore, l'idée relève pour l'instant de l'utopie : la fusion n'est toujours pas au point et surtout, nous n'avons pas encore les moyens techniques de transporter le matériel d'extraction et d'assurer le transfert du minerai vers la Terre.

Sylvie Rouat

Pourra-t-on y installer des centrales solaires ?

En 2010, une entreprise japonaise, la Shimizu Corporation, a proposé d'installer sur la Lune un réseau circulaire de panneaux solaires. Baptisé Luna Ring, ce projet de ceinture équatoriale de cellules photovoltaïques longue de 10 920 km et large de quelques dizaines de kilomètres est censé convertir la lumière solaire en énergie. L'avantage de la Lune, en la matière, est de n'avoir ni saison ni météo défavorable : l'ensoleillement y est permanent et invariable. L'énergie ainsi produite serait ensuite transmise à des stations de réception disséminées sur toute la Terre par l'intermédiaire d'antennes géantes. Il a également été évoqué la possibilité d'utiliser un laser à haute densité énergétique. Mais il faudrait que son faisceau soit guidé avec une précision fiable à 100 % pour éviter de brûler en quelques secondes des régions terrestres entières. Pour l'heure, ce projet n'existe que sur le papier. S. R.

*Les points de Lagrange sont des points où les forces gravitationnelles s'équilibrent.

Les astronomes peuvent-ils en faire un site d'observation ?

Depuis des décennies, les astronomes regardent avec envie la face cachée de la Lune, toujours positionnée à l'opposé de notre planète et ainsi protégée des ondes terrestres. Un radio-observatoire posté à cet endroit bénéficierait de conditions d'observations idéales qui permettraient de sonder l'Univers profond. Par ailleurs, la Lune n'a pas d'atmosphère, ce qui enlève l'un des handicaps auquel sont confrontés tous les observatoires terrestres. Un observatoire lunaire surpasserait donc en précision tout ce que nous pouvons faire ici bas dans toutes les longueurs d'ondes. Mais ce projet relève de l'utopie à une période où les agences revoient à la baisse tous leurs projets de télescopes géants. S. R.

Pourra-t-on y faire étape pour aller sur Mars ?

Un jour, nous irons vers Mars. Certes, les astronautes pourraient prendre un vol direct, mais il faudrait pour cela construire un lanceur si puissant pour s'extraire de la gravité terrestre que le projet apparaît irraisonnable. La Nasa a donc imaginé un vol avec escale lunaire. L'idée est d'envoyer peu à peu les éléments constitutifs d'un lanceur et d'un vaisseau martien sur la Lune. Certains scénarios prévoient même d'extraire du régolite lunaire les éléments permettant de fournir au lanceur l'énergie nécessaire. Il ne resterait plus aux astronautes qu'à rejoindre la base de lancement sélène avec un petit module. La poussée nécessaire pour s'arracher de la Lune étant bien moindre du fait de sa faible gravité (1/6 de celle de la Terre), il serait ainsi plus aisé d'envoyer un vaisseau géant à destination de la planète Rouge. Un scénario crédible.

S. R.

NASA

Comment l'ordinateur sauve-

Des capteurs remplacent peu à peu dans nos voitures les liaisons mécaniques entre les commandes et les organes à piloter : roues, freins, moteur… Ils permettent à un ordinateur embarqué de « prendre la main » en cas de défaillance du conducteur. Une avancée technologique qui devrait permettre d'éviter les accidents mortels dus à un assoupissement ou à un malaise du conducteur. Henri-Pierre Penel

»» Le conducteur s'endort

1. **UNE CAMÉRA** détecte toute anomalie de vigilance : mouvements inhabituels des yeux, basculement de la tête vers l'avant ou fixité du regard…
2. **LE VOLANT** transmet des informations à l'ordinateur qui les utilise pour orienter les roues directrices. L'ordinateur peut ainsi déceler des réactions anormales : « coups de volant » ou, à l'opposé, corrections de trajectoires anormalement lentes.
3. **LES CAMÉRAS** détectent la position des bandes blanches et indiquent à l'ordinateur si le véhicule suit une trajectoire normale ou s'il « louvoie » entre les files.

   RÉSULTAT : l'ordinateur recoupe tous ces paramètres et détermine s'il s'agit d'un manque d'attention momentané du conducteur ou d'un événement plus grave : endormissement, voire malaise.

»» L'ordinateur prend la main

4. **L'ORDINATEUR** ne prend plus en compte les informations que lui transmettent les commandes : volant, accélérateur, frein, etc., et actionne directement les différents éléments de la voiture.
5. **COMMANDES BY-WIRE :** plus aucun lien physique entre les commandes et les éléments commandés. Tout se passe par l'intermédiaire de capteurs et d'actionneurs reliés par un faisceau de câbles électriques convergeant vers l'ordinateur et acheminant des données numériques.
6. **L'ORDINATEUR** allume les feux de détresse et décélère progressivement. Grâce aux caméras latérales et arrière, l'ordinateur vérifie qu'aucun autre véhicule n'est présent et dirige les roues pour se rabattre progressivement.

   RÉSULTAT : si le conducteur réagit de nouveau de manière appropriée, l'ordinateur lui rend la main immédiatement.

t-il la vie du conducteur ?

UN PARE-BRISE INTERACTIF

Grâce à un traitement de surface qui le rend semi-réfléchissant, il affiche des images issues d'un mini-vidéoprojecteur. De nuit, une caméra infrarouge frontale permet de discerner des objets, ou même des piétons, invisibles à cause des phares du véhicule arrivant en face.

Le pare-brise peut aussi afficher des informations d'assistance à la conduite pour indiquer, par exemple, que la voiture s'approche à une vitesse excessive de celle qui la précède ou que la distance de sécurité n'est pas respectée. Il pourrait même disparaître au profit de la réalité augmentée. Grâce au pare-brise interactif, les informations concernant la direction apparaissent directement en « surimpression » sur le paysage réel.

»» Des caméras guident la voiture

7 **LA CAMÉRA FRONTALE** reconnaît les bandes blanches tandis que les caméras de détection de franchissement confirment la bonne trajectoire du véhicule.

8 **DES TÉLÉMÈTRES À ULTRASON,** utilisés pour les créneaux automatiques ou le radar de recul, vérifient qu'un rail de sécurité ne vient pas réduire la largeur de la bande d'arrêt d'urgence.

9 **LES TACHYMÈTRES DE L'ABS** mesurent la vitesse de la voiture et la communiquent à l'ordinateur. Celui-ci peut ainsi commander une décélération parfaitement maîtrisée jusqu'à l'arrêt complet.

RÉSULTAT : l'ordinateur commande l'accélérateur, les freins, l'embrayage et même la boîte de vitesses.

»» Appel de détresse

Le véhicule est à l'arrêt en sécurité. Si le conducteur ne réagit toujours pas, l'ordinateur lance un appel de détresse. Pour cela, il utilise le réseau de téléphonie mobile pour appeler automatiquement un centre de secours et précise sa position exacte grâce aux informations issues de son GPS.

Henry ORTEGA idé

Le volcan Kilauea, à Hawaii, est du type dit point chaud.

VOLCANOLOGIE

Le magma des points chauds a parcouru 2900 km

Une expérience française confirme que le magma de certains volcans provient de la zone d'interface entre le noyau liquide de la Terre et le manteau rocheux.

Le magma des volcans dits de points chauds comme ceux de Hawaii, provient-il des entrailles de la Terre à 2900 km de profondeur, là où le noyau liquide est en contact avec le manteau rocheux ? Cette hypothèse, qui a le vent en poupe depuis quelques décennies, vient d'être confirmée par une expérience française.

Denis Andrault et son équipe du laboratoire Magmas et volcans à l'université Blaise-Pascal de Clermont-Ferrand ont reconstitué les conditions extrêmes régnant à l'interface entre le noyau et le manteau, dans la zone rocheuse de plus 200 km baptisée couche D" (« D seconde »). La température y atteint 4000 °C et la pression affiche 130 gigapascals, soit 1 300 000 fois la pression atmosphérique.

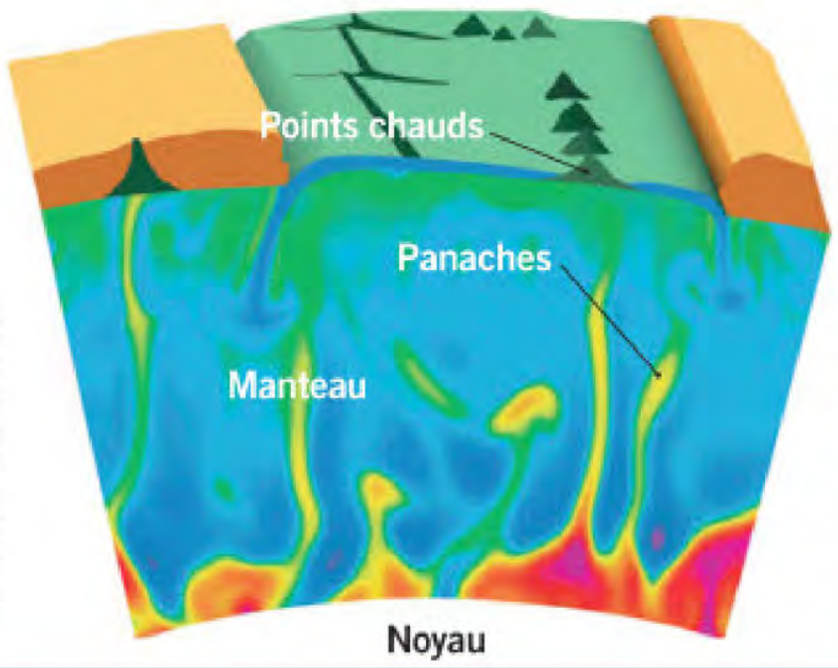
Pour recréer un tel décor en laboratoire, les scientifiques ont utilisé une presse très particulière : des enclumes enserrent un échantillon de roche pris entre deux mâchoires en diamant, le plus dur des minéraux. Les deux gemmes, taillées sur mesure, exercent, sans se briser, une poussée sur l'échantillon comparable à celle qu'il subirait à la base du manteau terrestre. Dans le même temps, un laser échauffe l'échantillon. Celui-ci est une roche chondritique – du nom d'un type de météorites dont la composition chimique reflète celle du manteau – qui ne dépasse pas 0,03 mm.

L'objectif de l'équipe était de voir si, dans cette fournaise, la roche fondue devient moins ou plus dense que la roche solide. Moins dense, cela signifie qu'elle pourrait, au cours des temps géologiques, se frayer un chemin – par la simple poussée d'Archimède – sur 2900 km à travers le manteau et surgir à la surface sous forme de lave *via* les volcans. Plus dense, elle serait condamnée à demeurer dans les profondeurs de la Terre et à rejoindre le noyau.

Les résultats de l'expérience sont surprenants. « *Lorsque la roche chondritique fond, des éléments chimiques migrent et certains vont préférentiellement dans le liquide*, explique l'un de ses membres, Denis Andrault. *La densité de la partie fondue dépend de sa teneur en silice et en fer. Il y a quelques années, nos collègues japonais avaient conclu que le fer devenait 15 fois plus abondant dans le liquide. Très dense, la roche fondue devait donc rejoindre le noyau.* » Or, le résultat des Français est tout autre : le liquide n'est que deux fois plus riche en fer que le solide et plus léger de quelques centièmes : il doit donc remonter.

Comment expliquer ce revirement ? « *Les performances des lasers utilisés évoluent très vite, ainsi que la précision des instruments d'analyse* », avance Denis Andrault. La théorie était donc la bonne, ce sont les mesures qui manquaient.

Azar Khalatbari



ESRF / DENIS ANDRAULT / HENRI SAMUEL

Le volcanisme de points chauds est dû à des panaches qui remontent de la zone frontière noyau-manteau pour venir percer la croûte terrestre.

GÉOLOGIE

Le Japon se découvre une mine de terres rares

C'est une île japonaise de 1,5 km² au nom poétique de l'île des Oiseaux du Sud – Minamitorishima – qui pourrait changer la donne sur le marché des terres rares. Le commerce de ces 17 métaux indispensables aux filières de haute technologie est contrôlé à plus de 95 % par la Chine.

Au large de cette langue de terre située au point le plus à l'est du pays du Soleil-Levant, sur le plateau continental (qui fait partie de la zone économique exclusive du Japon), l'équipe du géologue Yasuhiro Kato, de l'école d'ingénierie de l'université de Tokyo, a découvert des gisements très riches en terres rares telles que le néodyme, le dysprosium ou l'yttrium. L'examen de 2000 échantillons prélevés sur 78 sites révèle des teneurs supérieures au 0,1 % mesuré en moyenne. En tout, 6,8 millions de tonnes de ces précieux métaux semblent reposer à 5 ou 6 km sous la mer. La consommation japonaise de terres rares a atteint 30 000 tonnes en 2010, soit un quart du total mondial. Si les estimations sont exactes, le Japon peut donc envisager avec sérénité ses approvisionnements pour les deux siècles à venir.

CMSGT/DON SUTHERLAND

L'atoll corallien de Minamitorishima, à 1850 km à l'est de Tokyo.

Reste que l'extraction sera difficile et coûteuse, avertit un océanographe de l'université de Hawaii, dans la revue *Nature*, commentant cette découverte. Mais sera-t-elle rentable ? Les industriels du monde entier ont les yeux tournés vers le Japon : depuis 2010, la Chine a drastiquement diminué ses exportations, asséchant le marché et déclenchant une plainte de l'Union européenne, des Etats-Unis et du Japon auprès de l'Organisation mondiale du commerce. Tokyo a désormais peut-être de quoi remettre en question le quasi-monopole chinois. **A. Kh.**

DOUGLAS PEEBLES/CORBIS

HYDROLOGIE

Le premier planisphère des eaux souterraines

La première recension des eaux souterraines mondiales et de leur exploitation a conduit à tirer la sonnette d'alarme : six réservoirs d'eau (en rouge, jaune et orange sur la carte ci-dessous) sont soumis à un stress hydrique très important.

Cet indicateur est le rapport entre la superficie des régions où l'on puise dans la nappe et la surface du réservoir souterrain. Les eaux souterraines où le stress hydrique est inférieur à 1 (en bleu) sont durables et préservées. En revanche, la nappe du Gange supérieur au nord de l'Inde, par exemple, est sollicitée par une région 30 fois plus étendue que sa propre superficie. Parmi les autres nappes menacées, certaines sont déjà dans un état très préoccupant. « *Le niveau des eaux souterraines dans la péninsule Arabique a baissé de plusieurs dizaines de mètres au cours des dernières décennies*, explique ainsi Nathalie Dörfliger, à la tête de la Direction eau, environnement et écotechnologies au BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières). *C'est avant tout la surexploitation des réservoirs dans les zones désertiques qui est en cause.* » **A. Kh.**

Les zones désertiques menacées

SOURCE: TOM GLEESON MCGILL UNIVERSITY/NATURE - INFOGRAPHIE: BETTY LAFON

Cap sur les ceintures de Van Allen

Le 30 août, les deux satellites de la mission américaine RBSP (Radiation Belt Storm Probes) se sont envolés pour les ceintures de Van Allen, deux régions dangereuses de la magnétosphère en forme de lobes, situées entre 1300 et 25 000 km d'altitude.

Ces deux ceintures confinent les particules à haute énergie résultant des interactions entre rayons cosmiques et haute atmosphère. Elles protègent ainsi notre planète, mais deviennent du coup des zones radioactives, constituant des obstacles potentiels pour les missions humaines.

Le chiffre

► 2,5 MILLIONS

C'est le nombre total de trous noirs supermassifs recensés grâce au satellite américain Wise. Une pêche miraculeuse réalisée en allant chercher au cœur des galaxies jusqu'à des distances de 10 milliards d'années-lumière. Et, surtout, en analysant des signaux dans l'infrarouge plutôt que dans les rayons X, comme on le fait traditionnellement. Le satellite a ainsi pu détecter des trous noirs dissimulés sous d'épais cocons de poussière.

Les quasi-cristaux viennent de l'espace

Les quasi-cristaux naturels se seraient formés dans l'espace : les rares échantillons présents sur Terre auraient voyagé au sein de météorites. La preuve nous vient de l'analyse des rapports isotopiques de l'oxygène dans neuf échantillons de quasi-cristaux trouvés en Sibérie : ils sont identiques à ceux que l'on mesure au sein des échantillons de météorites.

+ www.sciencesetavenir.fr

Zoom sur les extrêmes méditerranéens

Une grande campagne de mesures, baptisée Hymex, est menée sur tout le pourtour méditerranéen, depuis le 6 septembre et jusqu'au 6 novembre. Objectif : comprendre et prévoir les phénomènes hydrométéorologiques extrêmes auxquels sont confrontées ces régions à l'automne – pluies, crues, sécheresses. Quelque 200 moyens d'observation seront déployés dans les airs, sur terre et sur mer pour collecter les données.

Il a dit

"L'odeur dans une station spatiale? Imaginez ce mélange : transpiration des pieds, corps humain dégageant un parfum rance, avec du dissolvant et de l'essence."

Steve Pearce, chimiste mandaté par la Nasa pour recréer l'odeur qui régnait à bord de la station Mir.

Des planètes alignées comme chez nous

Pour la première fois, des astronomes ont observé trois planètes situées dans le plan équatorial de leur étoile, exactement comme les planètes du système solaire. Le système planétaire en question, situé à 10 000 années-lumière de la Terre a été baptisé Kepler-30, car c'est le 30e objet découvert par le télescope spatial Kepler de la Nasa – en fonction depuis mars 2009.

www.sciencesetavenir.fr

QUESTIONS À **BORIS DEWITTE** Chercheur au Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (Legos), à Toulouse

DR

« El Niño devrait revenir en décembre »

Le courant El Niño, qui réchauffe les eaux du Pacifique, entraînant sécheresses ou inondations dans les pays riverains, est de retour. Des chercheurs toulousains collectent quantité d'indicateurs en provenance des navires et des satellites pour en préciser la date.

Quand le phénomène est-il attendu ?
Sans doute en décembre, avec un pic d'intensité en janvier ou février 2013. Ce sera probablement un El Niño modéré, de type Modoki *(lire* S. et A. *n° 776, octobre 2011)*. Alors que les El Niño de grande ampleur, dont le dernier remonte à 1997, réchauffent les eaux de l'est du Pacifique de près de 5 °C, les Modoki se produisent au centre du Pacifique et font monter la température de l'eau, déjà chaude dans cette région, de 1 à 2 °C. Les derniers El Niño, en 2002, 2004, 2006 et 2009, étaient tous des Modoki. Le prochain pourrait provoquer une sécheresse dans l'est de l'Australie et en Mélanésie, notamment en Nouvelle-Calédonie, et un retard dans la mousson en Inde.

Comment peut-on prévoir son arrivée ?
On mesure régulièrement la différence de pression atmosphérique entre Tahiti et Darwin, au nord de l'Australie. Si elle est importante, cela renforce les alizés, ces vents qui soufflent de l'est vers l'ouest. Si elle diminue, comme c'est le cas aujourd'hui, les alizés faiblissent, ce qui permet aux eaux chaudes de l'ouest du Pacifique de se déplacer vers le centre de l'océan, et annonce El Niño.
Par ailleurs, nous disposons de modèles prédictifs, alimentés par des données comme la température de l'eau et sa salinité.

Comment recueille-t-on ces données ?
Grâce à un réseau de bouées bardées d'instruments réparties dans le Pacifique équatorial. Il est complété par les satellites Topex-Poséidon et Jason I et II, conçus par la Nasa et le Cnes, qui mesurent la hauteur des océans. Cette dernière dépend directement de leur température et des vents. Au Legos, nous analysons notamment les données issues des satellites, et nous gérons un réseau de données provenant des navires de commerce qui font également des mesures dans le Pacifique.

Propos recueillis par J.-F. H.

ASTROPHYSIQUE

Le Soleil ne serait pas né près d'une supernova

Le Soleil s'est formé sous les vents calmes d'une très grosse étoile, estiment Matthieu Gounelle, du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, et Georges Meynet, de l'observatoire de Genève. Leur hypothèse, publiée dans *Astronomy & Astrophysics*, tranche avec le scénario concocté depuis la fin des années 1970 selon lequel notre étoile a vu le jour à la suite de l'explosion d'une étoile massive en supernova.

ESO

Le Soleil s'est formé près d'une étoile massive semblable à IRS2.

Ce scénario communément admis repose sur l'analyse de météorites. On y trouve notamment de l'aluminium 26, un élément radioactif très rare, qui ne se forme que dans le cœur des étoiles massives. Or, les météorites sont des fragments refroidis de la nébuleuse présolaire (le cocon de gaz à l'origine du système solaire). Les planétologues en ont donc conclu qu'une étoile massive – fabriquant en son cœur de l'aluminium 26 – avait explosé en supernova à proximité du nuage, ce qui a donné naissance au Soleil.
Cependant il restait un problème : la violence de l'explosion n'aurait-elle pas dû souffler le nuage ? « *A l'époque, nous pensions que les isotopes radioactifs restaient confinés dans le cœur des étoiles jusqu'à la fin de leur vie*, raconte Matthieu Gounelle. *Or, d'après des travaux récents, ces éléments peuvent en fait être éjectés sous l'action des vents stellaires bien avant la mort de l'étoile.* » La présence d'aluminium peut donc s'expliquer sans nécessairement impliquer une explosion d'étoile. Mais ce n'est pas tout. « *Les vents stellaires repoussent la matière, ce qui favorise la formation d'une coquille de poussière dans laquelle une nouvelle génération d'étoiles peut se former.* » Un argument de plus en faveur d'une genèse du système solaire liée à l'action des vents à proximité d'une grosse étoile.

A. Kh.

Jeep.fr

ATHLÉTIQUE,
PAR NATURE.

Nouvelle Jeep® Grand Cherokee S Limited.

Découvrez-la dans sa finition la plus sportive - Moteur 3,0 l V6 CRD 241ch[1] - 45 systèmes et technologies de sécurité et protection des passagers - Sièges baquets avec partie centrale en cuir suédé perforé - Inserts en fibre de carbone - Jantes alliage 20" noires spécifiques S Limited - Design extérieur spécifique S Limited - Pédalier sport... Jeep®, libre par nature.

Jeep®

Jeep®, partenaire du QUIKSILVER PRO FRANCE 2012

(1) Consommations (l/100 km) cycle urbain/extra-urbain/mixte : 10,3/7,2/8,3. Émissions de CO_2 : 218 g/km. Homologué en France sous le numéro de réception e4*2007/46*0186*05 du 19/12/2011. I am Jeep® : « Je suis Jeep® ». Jeep® est une marque déposée de Chrysler Group LLC.

iam Jeep 00 800 0 426 5337 00 800 0 IAM JEEP

Suivez Jeep® sur la page facebook.com/JeepFrance

PHYSIQUE

La revanche du maser

Un prototype de grande puissance de cet ancêtre du laser, émettant en micro-ondes, pourrait enfin trouver des applications de pointe, notamment en imagerie médicale.

Cinquante-huit ans après l'invention du maser (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation), l'ancêtre du laser qui émet un rayonnement micro-ondes, des chercheurs britanniques du National Physical Laboratory à Teddington et de l'Imperial College de Londres ont mis au point un prototype qui fonctionne – enfin ! – à température ambiante. Jusqu'à cette publication, parue dans *Nature*, ces dispositifs étaient connus pour être utilisables uniquement à des températures basses, proches du zéro absolu, et sous des champs magnétiques intenses. En outre, leur puissance restait très limitée, les cantonnant à quelques rares applications comme la mise au point d'horloges atomiques, ou l'amplification de signaux comme ceux utilisés pour actionner le robot Curiosity mis au point par la Nasa pour explorer Mars *(lire p. 68)*.

Le maser était donc considéré avant tout comme une curiosité de laboratoire, au point que dans les années 1950, certains scientifiques, jaloux des fonds récoltés par leurs collègues travaillant sur ce sujet, s'en moquaient en détournant le sens de l'acronyme maser en « moyens d'obtenir des soutiens pour des recherches coûteuses »*. Pourtant, il s'agissait de l'ancêtre de tous les lasers, qui ont eu le succès que l'on sait.

Grâce aux travaux de Mark Oxborrow et de ses deux collègues, l'espoir renaît enfin pour ce « grand frère ». Les chercheurs voulaient tester une idée émise par des Japonais en 2002, selon laquelle un matériau organique, du p-terphényl « dopé » par l'ajout de petites quantités de pentacène, permettrait de créer un maser à température ambiante. Concrètement, un laser jaune transmettrait de l'énergie au cristal rose de p-terphényl dopé, qui, lui, la réémettrait dans à une fréquence du domaine des micro-ondes.

Pour Mark Oxborrow, cette petite cuisine chimique semblait trop simple. Bien que sceptique sur les chances de succès, il entreprit de dénicher un vieux laser médical sur le site de vente en ligne eBay, et de récupérer des produits chimiques dans un laboratoire londonien. Et là, surprise : non seulement ce maser s'est révélé efficace à température ambiante, mais il est 100 millions de fois plus puissant que le traditionnel maser à hydrogène. De quoi imaginer de nouvelles applications comme la mise au point de radiotélescopes à très faible bruit ou des scanners médicaux ultrasensibles permettant de détecter les tumeurs à un stade encore plus précoce.

Il faudra tout de même patienter, le temps de résoudre quelques difficultés : après avoir été passé au laser jaune, le cristal de p-terphényl ressemble pour l'heure à une crème brûlée, avoue Mark Oxborrow. Il serait aussi indispensable de parvenir à émettre en continu, alors qu'aujourd'hui, le rayonnement micro-ondes est produit par impulsions successives. Mais les deux principaux obstacles, celui de la température et celui de la puissance émise, étant franchis, l'avenir du maser n'a jamais paru aussi radieux. **Cécile Michaut**

* « Means of acquiring support for expensive resarch ».

A l'instar d'un laser, le maser émet un rayonnement d'une longueur d'onde très précise (ici 1,42 gigahertz) et dans une seule direction.

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY

REPÈRE

LES APPLICATIONS ENVISAGEABLES

Les fours à micro-ondes ne servent pas uniquement à chauffer nos aliments. Ces rayonnements de longueur d'onde comprise entre 30 cm et 1 mm sont très utilisés dans les télécommunications sans fil. Les satellites et les téléphones mobiles utiliseront-ils demain des masers ? Il est trop tôt pour le dire. Les autres applications pourraient concerner les radars, les scanners médicaux ou la radio-astronomie.

NOUVEAU

L'APÉRITIF "ROYALE"

Leffe®

ROYALE

BIÈRE BLONDE BELGE SUPÉRIEURE

Abonnez-vous gratuitement au magazine LeffeRVESCENCE sur www.leffe.com

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. À CONSOMMER AVEC MODÉRATION.

Elle a dit

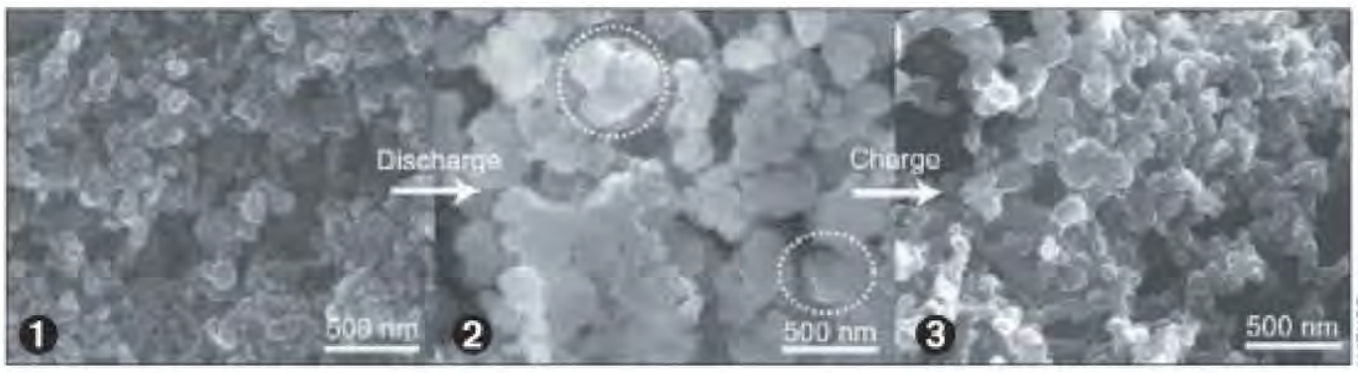
"La position des universités françaises ne me préoccupe guère. Le classement de Shanghai *[lire S. et A. n° 776]* est surtout un outil marketing qui ne prend pas en compte les sciences humaines et sociales, ignore la qualité de l'enseignement et des critères comme le taux de réussite [...]"

Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur.

www.sciencesetavenir.fr

ENERGIE

De l'air dans les batteries au lithium



Au cours de la décharge, le lithium ❶ réagit avec l'oxygène et forme du peroxyde de lithium ❷, qui se dissocie lors de la charge ❸ en oxygène et lithium.

NATURE

Des chercheurs italiens et sud-coréens relancent les espoirs placés dans les batteries lithium-air. Ces batteries d'un type nouveau pourraient en théorie offrir des densités d'énergie (quantité d'énergie par masse ou volume) deux à quatre fois plus élevées que celles du type lithium-ion. Hélas ! leurs performances s'écroulent au bout de quelques charges. Les chercheurs sont cette fois parvenus à effectuer une centaine de cycles de charge-décharge sans dégradation notable des propriétés.

L'électrode négative est faite de lithium métallique tandis que l'électrode positive est de l'air, ou plus précisément, du carbone à la surface duquel l'oxygène se fixe. Lors de la décharge, le lithium réagit avec l'oxygène de l'air pour former du peroxyde de lithium. Lors de la charge, au contraire, cette molécule se dissocie pour redonner de l'oxygène et du lithium. Mais au cours de ces réactions se forme un radical très réactif, l'ion superoxyde, qui décompose l'électrolyte (la substance dans laquelle se déplacent les ions lors de la charge ou de la décharge). Les chercheurs sud-coréens et italiens ont trouvé un électrolyte particulièrement stable, un glycol, qui limite ce problème.

Mais le chemin reste long avant que ces batteries n'équipent les voitures. *« Les rendements énergétiques lors de la charge-décharge seront au mieux de 75 %, contre 85 à 95 % pour le lithium-ion*, rappelle Michel Armand, électrochimiste spécialiste des batteries. *Par ailleurs, la batterie ne fonctionne qu'avec un air très sec, car la moindre molécule d'eau réagit avec le lithium. »* Les chercheurs imaginent des parades, par exemple l'utilisation d'un électrolyte solide (une céramique), imperméable à tout élément agressif vis-à-vis du lithium, protégeant l'électrode. **C. M.**

En partenariat avec
SCIENCES ET AVENIR

Photo : Christophe Abramowitz

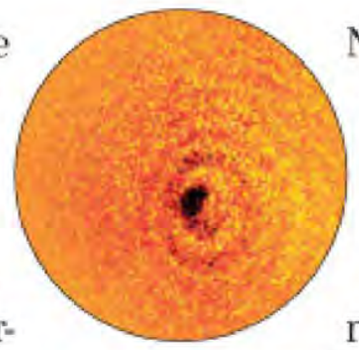
Retrouvez
Marie-Odile Monchicourt
dans sa chronique
Info Sciences
les lundis, mercredis, jeudis et vendredis

france info

france-info.com

PHYSIQUE

L'ombre d'un atome en vrai



KIELPINSKI GROUP/GRIFFITH UNIVERSITY

Exploit ! La première image de l'ombre d'un atome : une tache floue au milieu d'ondes concentriques. On la doit à une équipe de l'université de Griffith, en Australie. Cette œuvre unique n'a pas été facile à obtenir. D'abord, il a fallu piéger et rendre immobile la star du jour : un gros noyau de l'atome d'ytterbium. L'atome a été délesté dans un premier temps de ses électrons. Il est alors devenu un ion – donc électriquement chargé et facile à piéger dans un champ électrique. Puis il a été refroidi à quelques millikelvins (soit presque -273 °C) : la température étant le reflet de l'agitation des atomes, le froid était une condition nécessaire pour obtenir une image nette.

Ne restait plus qu'à éclairer l'ytterbium avec un faisceau laser pour reproduire le principe d'un théâtre d'ombres : parmi les photons de la lumière laser, quelques-uns cognent sur l'atome, qui les absorbe, et se forme une image de l'ombre de l'atome d'ytterbium. Dans le rôle de l'écran sur lequel est apparu le jeu d'ombres et de lumières, une caméra CCD, semblable à celle des appareils photo numériques, a aussi immortalisé l'instant. Résultat : une image spectaculaire d'un atome qui arrête des photons, avec seulement quelques interférences autour. Les chercheurs espèrent que leur performance ouvrira la voie à une imagerie médicale de plus haute précision, à l'échelle de l'atome ! **A. Kh.**

peugeot.fr

AUTO

SPORT 200CH

HYbrid4

CONDUISEZ EN 4 DIMENSIONS

ZEV 100% ÉLECTRIQUE

4 ROUES MOTRICES

CONDUISEZ EN 4 DIMENSIONS

PEUGEOT DOUBLE LE BONUS ÉCOLOGIQUE.

★ BETC Euro RSCG - Automobiles PEUGEOT 552 144 503 RCS Paris

3008 HYbrid4
CO_2 en g/km 99

508 HYbrid4
CO_2 en g/km 95

508 RXH
CO_2 en g/km 107

PEUGEOT RECOMMANDE TOTAL (1) 3008 HYbrid4, (2) 508 HYbrid4, (3) 508 RXH. **Consommation mixte (en l/100 km) : (1) 3,8 ; (2) 3,6 ; (3) 4,1.**

PEUGEOT DOUBLE LE BONUS ÉCOLOGIQUE, SOIT JUSQU'À 8000€ D'AVANTAGE CLIENT*
dont jusqu'à 4000€ de bonus écologique – Véhicules fabriqués en France.

Vivez une nouvelle expérience de conduite grâce à la technologie HYbrid4 qui vous offre 4 modes de conduite. L'alliance d'un moteur Diesel HDi et d'un moteur électrique permet de réduire votre consommation de carburant** et vous garantit de faibles émissions de CO_2.

*Offre valable jusqu'au 31 octobre 2012, composée du montant du bonus écologique qui, pour les véhicules hybrides, est désormais équivalent à 10 % du prix d'acquisition du véhicule (hors frais annexes et accessoires) avec un plafond de 4000 € et d'une remise exceptionnelle d'un montant équivalent. ** Jusqu'à – 42 % sur 3008 HYbrid4 vs le moteur 2,0L HDi 163ch FAP BVA6. ***Totalement hybride diesel.

TECHNOLOGIE HYbrid4 – FULL HYBRID DIESEL***

MOTION & EMOTION

PEUGEOT

Les linguistes établissent la parenté des langues à partir de « cognats », mots de sonorité et de sens proches supposant une origine commune, comme ici les mots signifiant « mère » dans différentes langues indo-européennes.

SOURCE : MAPPING THE ORIGIN OF INDO-EUROPEAN - INFOGRAPHIE : SYLVIE DMOUJONL

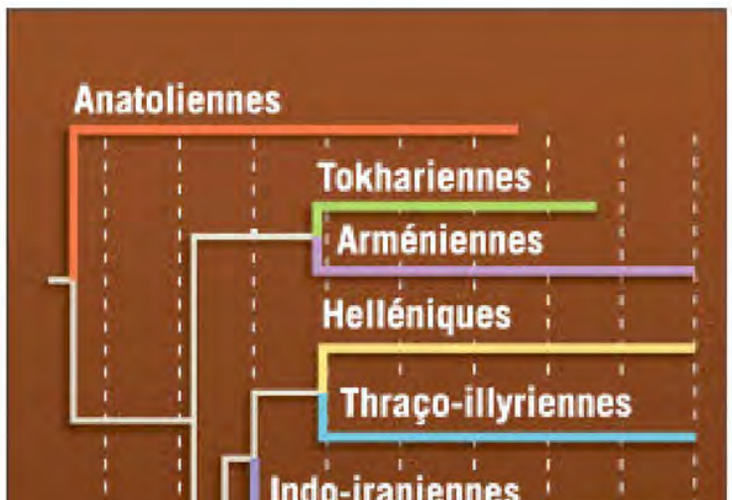
LINGUISTIQUE

Le français viendrait d'Anatolie

Des chercheurs ont traqué l'origine des langues indo-européennes, vaste famille de 450 langues dont le français. Et tous les scénarios convergent vers l'actuelle Turquie.

C'est à une question coriace que s'est attaqué une équipe associant psychologues, linguistes, biologistes et mathématiciens : celle de l'origine des langues indo-européennes – quelque 450 langues parlées par près de la moitié de l'humanité, dont le français. Leurs résultats, publiés fin août dans *Science*, désignent l'Anatolie – partie asiatique de l'actuelle Turquie – comme foyer originel d'une langue proto-indo-européenne. Celle-ci y était parlée il y a 8000 à 9500 ans avant d'essaimer avec l'expansion de l'agriculture. Cette hypothèse anatolienne, déjà formulée dans les années 1980, reste cependant minoritaire dans la communauté des linguistes et des archéologues, plus convaincus par celle des steppes : une civilisation de cavaliers issue de la steppe pontique, au nord de la mer Noire, aurait diffusé sa langue et la culture kourgane (du nom de leurs tombeaux collectifs) au fil d'invasions successives entre il y a 4200 et 2800 ans.

Les chercheurs s'attendent donc à polariser les critiques. D'autant que leur méthode emprunte directement à la biologie évolutionniste, explique Philippe Lemey, virologue à l'Université catholique de Louvain (Belgique), coauteur des travaux : « *Les processus d'évolution des organismes biologiques sont analogues à ceux de l'évolution des langues. Tous deux peuvent être représentés par des arbres phylogénétiques retraçant leur histoire ancestrale, ce qu'avait d'ailleurs entrevu Darwin.* » Mais les données sont bien celles de la linguistique traditionnelle, souligne Quentin Atkinson, spécialiste d'évolution culturelle, à l'université d'Auckland, en Nouvelle-Zélande : « *L'expertise des linguistes détermine si, pour un sens particulier, les mots des différentes langues sont des cognats, c'est-à-dire des mots de sonorité proche indiquant une ascendance commune* » (*nacht* ou *night* en allemand et anglais pour la nuit, par exemple). 6000 de ces cognats, issus de 103 langues (dont 20 anciennes) ont servi de marqueurs. Le modèle a été complété par des données géographiques et chronologiques puis affiné pour tenir compte des rythmes de diversification linguistique et des barrières naturelles que sont les mers. Les chercheurs ont aussi intégré des éléments de phonétique ou de morphologie et considéré la question cruciale des emprunts (comme l'anglais *mountain*, venu du français montagne). Et tous les scénarios convergent… vers l'Anatolie.



L'évolution des langues depuis une langue ancestrale (ici un parler anatolien) est représentée par un arbre analogue aux arbres phylogénétiques pour le vivant.

SOURCE : MAPPING THE ORIGIN OF INDO-EUROPEAN - INFOGRAPHIE : GETTY/LAFON

De quoi convaincre les sceptiques ? Voire. Pour le spécialiste du comparatisme indo-européen Bernard Sergent, « *rien, linguistiquement, culturellement, archéologiquement, ne milite en faveur de l'Anatolie. La génétique et l'anthropologie physique prouvent que les Européens sont en grande partie originaires d'Anatolie, mais c'est antérieur à l'expansion indo-européenne d'au moins deux millénaires.* » Pour les auteurs, l'opposition pourrait être levée, et les deux théories combinées dans un modèle plus large… qui reste à écrire.

Laurent Brasier

ARCHÉOLOGIE

Le port d'Antibes livre une épave romaine

La construction d'un parking près de l'actuel port d'Antibes (Alpes-Maritimes) a révélé de nombreux vestiges antiques. Les fouilles, menées depuis mars par l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), ont notamment permis de découvrir une épave du IIe ou IIIe siècle de notre ère. Il s'agit d'un navire de commerce d'une vingtaine de mètres. *« De tels bateaux se comptent sur les doigts d'une main en Gaule »*, précise Isabelle Daveau, responsable d'opération à l'Inrap. En cours de traitement au laboratoire ARC Nucléart de Grenoble, le bois du navire sera étudié pour en établir l'origine. Des milliers d'amphores, datées entre le IVe siècle avant notre ère et le VIe siècle de notre ère, ont été par ailleurs retrouvées à proximité. Un nouvel espace consacré à l'archéologie sera ouvert à Antibes pour y exposer ces vestiges. **R. C.**

RÉMY BÉNALI / INRAP

L'épave romaine éclairée pour être étudiée en photogrammétrie (en haut). De nombreuses amphores ont été trouvées à proximité (en bas).

L'homme moderne en Asie il y a 60 000 ans

Le crâne du plus ancien homme moderne asiatique a été mis au jour dans une grotte du Laos, à Tam Pa Ling. Daté de -63 000 ans, il présente des traits morphologiques distincts de spécimens plus archaïques. Cette découverte comble un manque dans les fossiles et confirme l'ancienneté de la présence de *Homo sapiens* en Asie, déjà suggérée par la génétique. Dans l'histoire vivement débattue du déploiement de l'homme sur la planète, le crâne de Tam Pa Ling conforte et complète, selon les chercheurs, la théorie dite de l'Out of Africa : sorti d'Afrique, *Homo sapiens* n'aurait pas seulement migré le long des côtes de l'océan Indien, mais aussi par des voies plus difficiles d'accès, telles que la cordillère Annamitique, aux confins du Laos et du Viêt Nam.

+ www.sciencesetavenir.fr

ZOOLOGIE

Un gros oiseau gambadait avec les dinosaures

Un doute se dissipe : les chercheurs ont désormais la confirmation que de très gros oiseaux, d'environ 1,70 m de hauteur, ont bien cohabité avec les dinosaures au crétacé supérieur, il y a 70 millions d'années, alors qu'on les pensait plus tardifs. La confirmation nous vient de l'Hérault où un nouveau fossile a été mis au jour à Cruzy. *« La vertèbre cervicale découverte par une équipe de chercheurs du CNRS, de paléontologues amateurs et d'étudiants appartient indiscutablement à un oiseau archaïque de grande taille et non à un dinosaure »*, affirme Eric Buffetaut, du laboratoire de géologie de l'Ecole normale supérieure, qui l'a analysée. L'animal a même été identifié par le chercheur : il s'agit de *Gargantuavis philoinos*, déjà caractérisé par la découverte d'un sacrum (un os du bassin résultant de la fusion de plusieurs vertèbres) en Provence en 1995, et de fragments d'un bassin et d'un fémur en Languedoc en 1998. Depuis, aucun autre fossile n'avait été découvert.

A l'époque où il vivait, l'Europe était un archipel sur lequel régnait un climat tropical et où prospéraient de nombreux animaux endémiques, qui ont tous disparu lors de la crise de la fin du crétacé, il y a 65 millions d'années. *Gargantuavis philoinos*, qui détient le record du plus ancien grand oiseau non volant connu, *« n'a pas laissé de descendance*, précise Eric Buffetaut. *Mais on peut imaginer qu'il ressemblait par la taille à un ratite tel que le casoar actuel d'Australie et de Nouvelle-Guinée. »* **P. K.**

BIO-INFORMATIQUE

Un livre stocké dans des brins d'ADN

Des chercheurs américains ont archivé la totalité d'un ouvrage dans de l'ADN. Une prouesse qui devrait permettre de conserver nos données à très long terme.

Un livre de biologie entier a été inscrit dans des brins d'ADN. Au total, ce sont 5,2 millions de bits (les « 0 » et « 1 » codant toutes les informations numériques) qui ont été archivés sur un support pesant moins d'un milliardième de milligramme. Derrière cette prouesse, un objectif : trouver un moyen pour stocker nos données à très long terme, et de façon beaucoup plus fiable qu'avec les disques durs, CD ou clés USB actuels, qui deviennent souvent inutilisables après une dizaine d'années.

L'idée de faire appel à l'ADN remonte à 1988. Séduisant sur le papier – l'ADN est une molécule biologique très stable puisqu'on a recueilli celui de néandertaliens ou de mammouths –, le concept s'est jusqu'ici heurté à des difficultés techniques, à tel point que le plus gros fichier ainsi stocké ne contenait pas plus de 7920 bits d'informations, soit à peine 115 lettres de notre alphabet ! En effet, il est impossible de réaliser de longues séquences d'ADN sans introduire d'erreurs dans les informations encodées. Trois chercheurs américains de l'Institut Wyss pour l'ingénierie biologiquement inspirée de l'université Harvard (Massachusetts) ont contourné le problème en découpant l'information, en l'occurrence le texte du livre, en tout petits morceaux, afin de n'avoir qu'à synthétiser des brins d'ADN de petite taille. La contrainte étant de s'obliger à signaler où se situe chaque fragment dans le livre. Autre innovation : chaque brin est répliqué au moins 100 fois pour éliminer les erreurs par comparaison des copies.

Sur le fond, le concept de transmission d'une information vers de l'ADN reste inchangé. On prend un texte, chaque lettre est numérisée c'est-à-dire traduite par une suite de huit « 0 » ou « 1 », puis chacun de ces bits est ensuite codé par un « nucléotide », l'un des composants de base de l'ADN. Concrètement, les 0 sont représentés par l'adénine (A) ou la cytosine (C), les 1 par la thymine (T) ou la guanine (G). En synthétisant des séquences de A, C, T, G, on peut ainsi retranscrire dans un langage biologique le contenu du livre. Ici, chaque brin d'ADN contient 159 nucléotides (96 pour l'information elle-même, 19 pour la localisation du brin, et 22 en début et en fin de séquence qui servent d'instructions pour l'amplification).

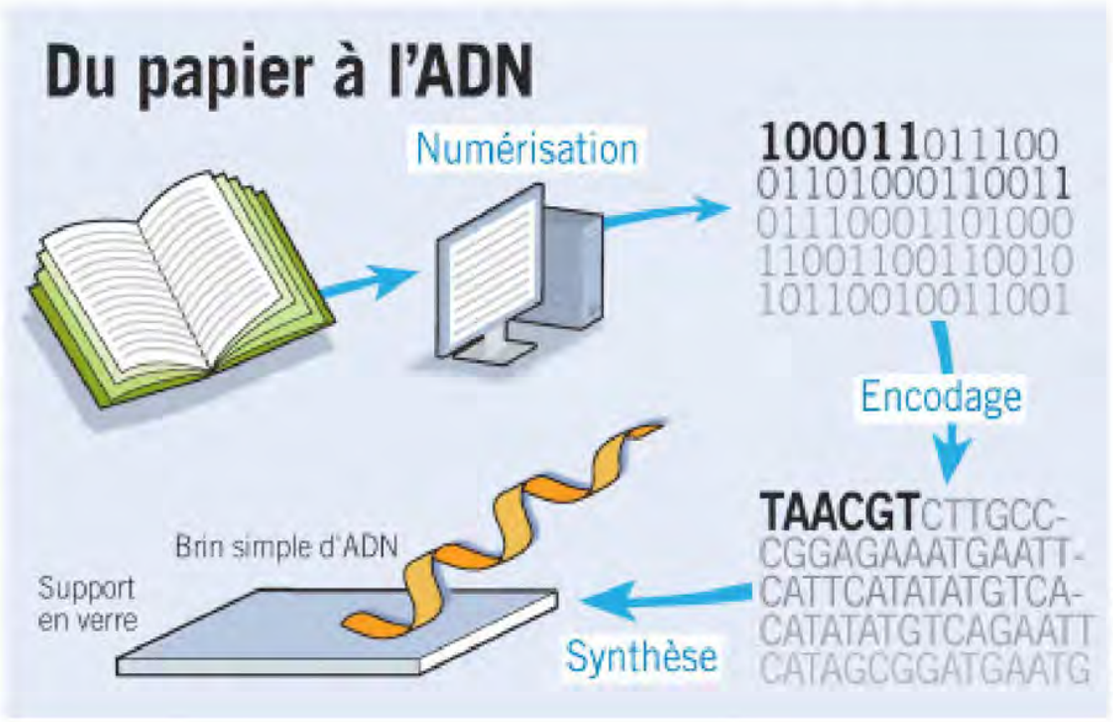
La société américaine Agilent a « traduit » les 53 426 mots du livre sur la biologie synthétique écrit par le fondateur de l'Institut Wyss, George Church, en 54 898 séquences de 159 nucléotides. Et comme le mécanisme demande de passer par une numérisation (les « 0 » et les « 1 »), il a aussi été possible d'inclure dans l'ADN une traduction des 11 images contenues dans le livre, préalablement numérisées.

« *Avant d'être diffusée, cette technique devra devenir plus rapide et moins onéreuse*, avertit Jacques Bonnet, professeur émérite à l'université de Bordeaux. *Aujourd'hui, un appareil de séquençage à haut débit coûte au moins 100 000 €.* »

Mais comment évaluer le prix à payer pour garder vivante notre mémoire ? **Cécile Michaut**

CONEYL JAY/SPL/PHANIE

Le texte est d'abord numérisé puis encodé en une suite de lettres dont l'ordre commandera la synthèse d'un brin d'ADN unique.

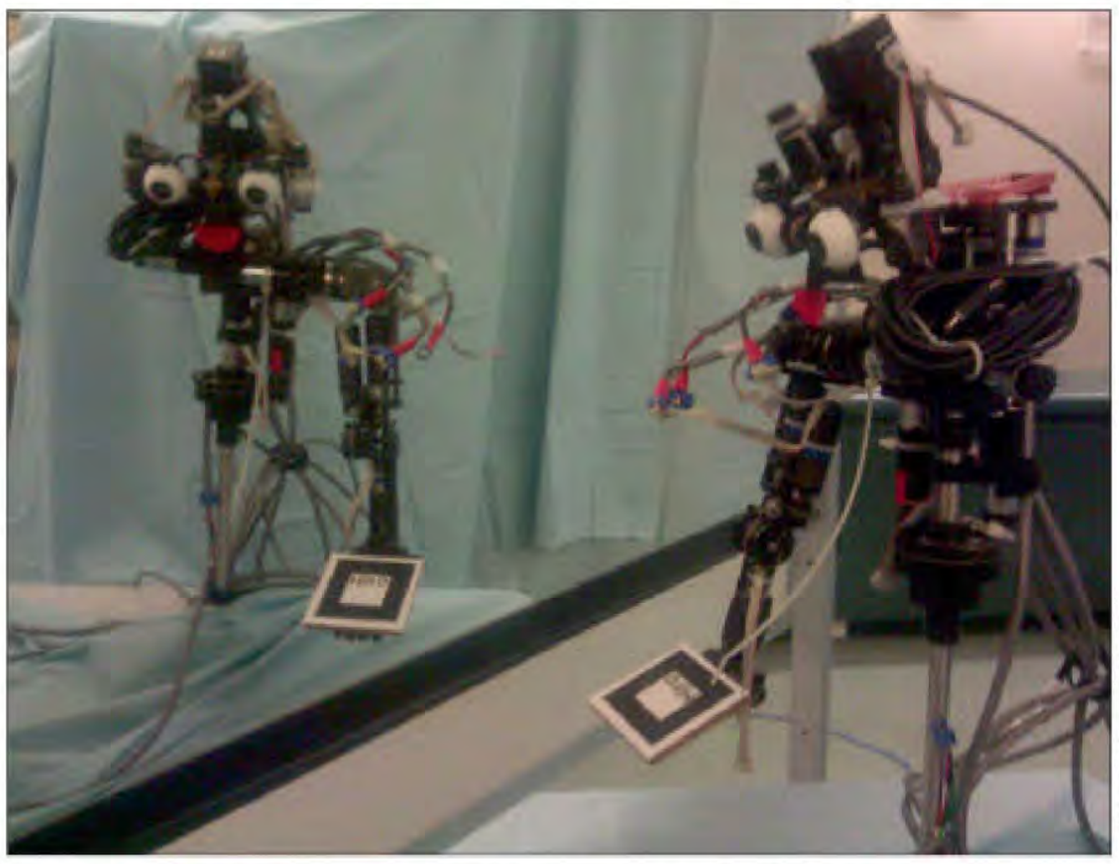


SYLVIE DAOUDAL

CYBERNÉTIQUE

Nico, le premier robot qui dit : « C'est moi ! »

Développé par Justin Hart, étudiant au Social Robotics Lab de l'université Yale, aux Etats-Unis, un robot pourrait être le premier à savoir se reconnaître dans un miroir. Il rejoindrait ainsi un club très fermé d'espèces animales que les humains n'intègrent eux-mêmes qu'à 18 mois. Dans ce club : les grands singes, l'éléphant d'Asie, le porc, le dauphin ou la pie.
Baptisé Nico, le robot est équipé d'un logiciel de reconnaissance de lui-même. Concrètement, il est censé comprendre que le bras qui apparaît à droite dans le miroir est son bras gauche. Dans les prochains mois, Nico devrait donc passer le « test du miroir », utilisé depuis 1970 pour comprendre la conscience que les animaux ont d'eux-mêmes. L'objectif ultime est que le robot utilise un miroir pour interpréter son environnement tout comme les humains utilisent un rétroviseur. Pour l'heure, le robot le plus performant en la matière est l'espagnol Qbo, mais celui-ci n'est programmé que pour reconnaître une image de lui-même, qu'il faut donc lui donner au préalable. **S. R.**



JUSTIN HART/YALE UNIVERSITY

Nico devrait pouvoir se reconnaître en se regardant dans un miroir.

Moto vole !

La société californienne Aerofex vient de présenter un prototype de moto capable de se déplacer en sustentation à environ un mètre au-dessus du sol. A la place des roues, l'engin est équipé de deux turbines horizontales carénées. Selon ses concepteurs, il se pilote de manière intuitive, sans le moindre apprentissage, en l'inclinant sur les côtés pour tourner, vers l'avant pour avancer et vers l'arrière pour freiner. Plus qu'une moto volante, ce serait, selon Aeroflex, un véhicule tout terrain permettant de se rendre dans des lieux inaccessibles avec un engin à roues.

SIPA

http://2doc.net/d2yox

www.sciencesetavenir.fr

NEUROLOGIE

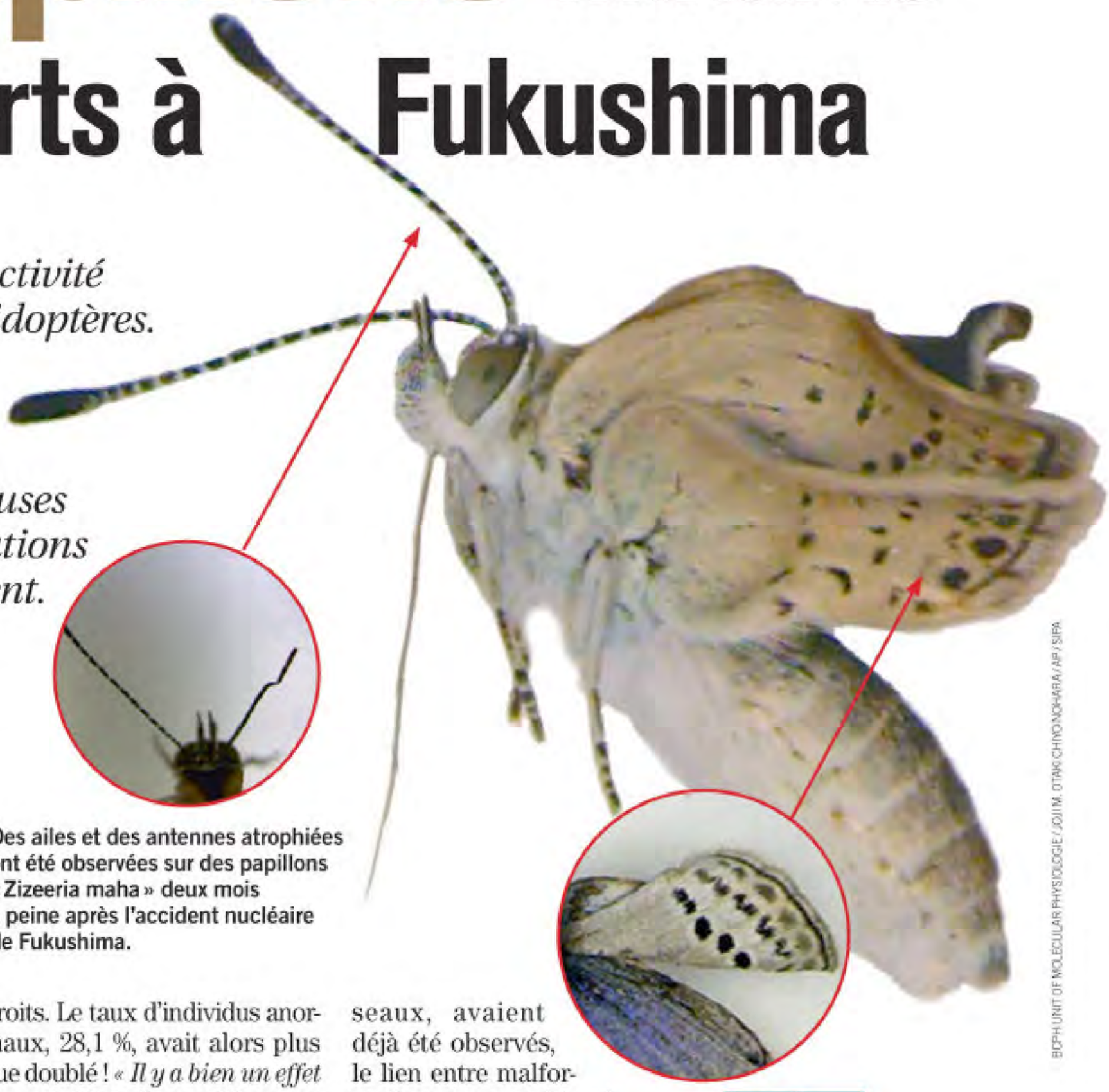
La voix de Parkinson

Le diagnostic de la maladie de Parkinson pourrait devenir simple comme un coup de fil. Et ce grâce à un algorithme implémentable dans un téléphone mobile, qui mesurera les tremblements de la voix, le souffle de la respiration et les modulations du timbre. L'idée émane d'une équipe du Massachusetts Institute of Technology (MIT).
Les chercheurs américains ont déjà finement analysé plus de 200 échantillons vocaux enregistrés auprès d'une cinquantaine de personnes, malades ou non. L'algorithme a permis d'identifier les malades avec une précision de 86 %. Prochaine étape : l'analyse d'un échantillon de 10 000 voix, en cours d'enregistrement.
En France, il est possible de participer à l'expérience en appelant le numéro gratuit : 02.49.88.05.76. **S. R.-M.**

ENTOMOLOGIE

Des papillons mutants découverts à Fukushima

Les effets de la radioactivité touchent aussi les lépidoptères. Les générations nées après l'accident de la centrale japonaise présentent de nombreuses anomalies et les mutations génétiques s'accumulent.



Des ailes et des antennes atrophiées ont été observées sur des papillons « Zizeeria maha » deux mois à peine après l'accident nucléaire de Fukushima.

BDPH UNIT OF MOLECULAR PHYSIOLOGIE / JOJI M. OTAKI CHINO-KHARA / AFP / SIPA

Les malformations sont de plus en plus courantes chez les papillons vivant à proximité de la centrale sinistrée de Fukushima Daiichi : la conclusion de la première étude sur les organismes vivant dans des zones contaminées par la radioactivité au Japon n'est guère rassurante. On la doit à des chercheurs de l'université des Ryukyu, à Okinawa. Ils ont prélevé par deux fois des papillons appartenant à une espèce commune au Japon, *Zizeeria maha*. Ces insectes bleus sont particulièrement sensibles aux modifications environnementales. La première expérience a eu lieu entre le 13 et le 18 mai 2011, soit un peu plus de deux mois après la catastrophe. Les scientifiques ont recueilli 144 individus dans 10 communes situées dans un rayon de 200 km autour de la centrale. Première surprise : *« Le taux d'insectes présentant des anormalités était alors de 12,4 % »*, notent les chercheurs. Ailes atrophiées, décolorées ou en surnombre, antennes déformées, yeux difformes : les malformations étaient en outre extrêmement spectaculaires.

Deuxième épisode, au mois de septembre 2011 : 238 papillons sont prélevés aux mêmes endroits. Le taux d'individus anormaux, 28,1 %, avait alors plus que doublé ! *« Il y a bien un effet cumulatif de l'exposition aux radiations »*, note Anders Pape Moller, du laboratoire Ecologie, systématique et évolution (CNRS-Orsay), qui a longuement étudié les animaux vivant à proximité de Tchernobyl. En d'autres termes, plus longtemps l'espèce est exposée, de génération en génération, plus les mutations génétiques s'accumulent. *« Ils ont eu l'idée de faire se reproduire en laboratoire les papillons pris en septembre,* poursuit le chercheur. *A la génération suivante, le taux d'anormalité est grimpé à 52 % du fait d'une hausse de l'exposition, notamment par ingestion des feuilles des végétaux. »*

Si, à Tchernobyl, des animaux mutants, principalement des oiseaux, avaient déjà été observés, le lien entre malformations et exposition à de faibles doses radioactives reste discuté. Pour éclaircir ce point, les Japonais ont prélevé d'autres papillons, mais cette fois dans des régions non affectées par la pollution radioactive. Une fois au laboratoire, ils les ont soumis à des radiations similaires à celles qui règnent près de Fukushima. Les chercheurs ont vu alors apparaître des malformations similaires à celles des papillons prélevés dans des zones radioactives.

D'où la conclusion du principal auteur principal de l'étude, Joji Otaki : *« Les radionucléides de la centrale de Fukushima ont bien causé des dommages génétiques et physiologiques à cette espèce. »* **Loïc Chauveau**

REPÈRES

LES REJETS ESTIMÉS DE FUKUSHIMA

6,5 millions de térabecquerels* au total, soit 30 à 50 % des rejets de Tchernobyl.

Gaz rares (xénon, krypton) : 5,8 millions de térabecquerels.

Iode 131 : 200 000 TBq.

Césium 137 et 134 : 63 000 TBq, soit 90 % des rejets de Tchernobyl.

(Voir *Sciences et Avenir* n° 781, mars 2012.)

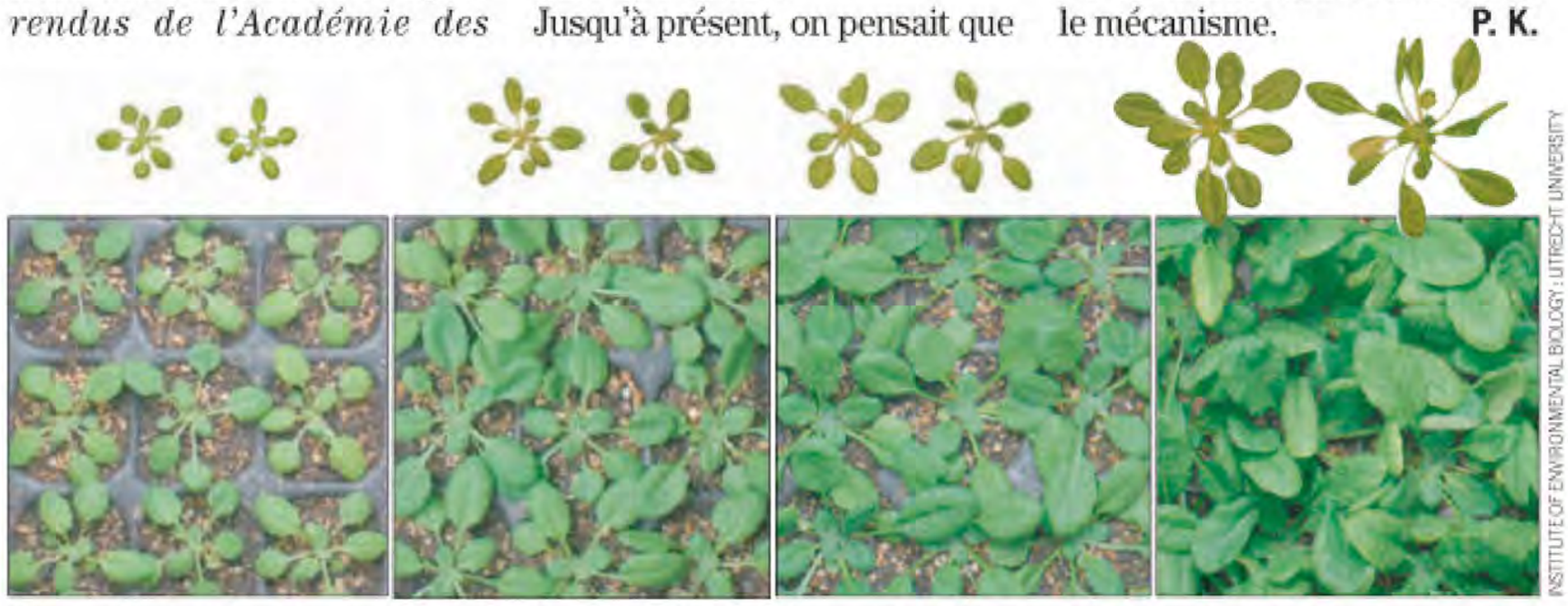
* Un térabecquerel (TBq) = 10^{12} becquerels; un Bq correspond à une désintégration par seconde.

BOTANIQUE

Les plantes ont aussi le sens du toucher

Lorsque cette arabette des dames touche une voisine, ses feuilles changent d'orientation : elle se positionne différemment pour continuer à profiter au mieux de la lumière du soleil. Cette surprenante découverte de l'importance du toucher chez les plantes est due à des chercheurs néerlandais de l'université d'Utrecht, qui ont publié leurs résultats dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences américaine* (*Pnas*). Le contact, léger, peut se faire avec n'importe quel objet, mais il doit durer plusieurs heures avant d'induire une réponse de la plante. Les chercheurs ont aussi montré qu'une fois redressées, les feuilles peuvent réfléchir la lumière, signalant ainsi leur présence aux plantes voisines – histoire de ne pas se faire de l'ombre.

Jusqu'à présent, on pensait que le toucher n'avait qu'un rôle spécifique chez certaines espèces végétales, permettant par exemple aux plantes carnivores de refermer leurs feuilles sur leur proie ou aux plantes grimpantes d'enrouler leurs vrilles autour d'un support. Avec ces nouveaux résultats, il apparaît que ce sens pourrait avoir un rôle beaucoup plus général. Reste maintenant à en élucider le mécanisme. **P. K.**



INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL BIOLOGY : UTRECHT UNIVERSITY

En grandissant, les plants d'arabette des dames finissent par se toucher. Les feuilles pivotent alors pour mieux capter la lumière. En haut, l'évolution d'un plant poussant seul (à gauche) et d'un autre évoluant au sein d'une plantation (à droite) : certaines de ses feuilles sont verticales.

SAM TINSON/REX/SIPA

Les truites brûlent au soleil

Les êtres humains sont-ils les seuls à devoir se méfier des rayonnements ultraviolets (UV) lorsqu'ils sont exposés au soleil ? Non, les poissons sont tout aussi vulnérables au risque de cancer de la peau (mélanome), selon des chercheurs de l'université de Newcastle (Angleterre). Ceux-ci ont en effet repéré sur des truites de corail (*Plectropomus leopardus*) vivant sur la Grande Barrière australienne, des taches noires semblables à des tumeurs. Malades, ces poissons voient leur durée de vie passer de quatre ans à six mois.

+ www.sciencesetavenir.fr

AGRONOMIE

Bientôt un nouveau riz moins friand d'engrais

Si les plantes savaient mieux prélever le phosphore dans le sol, les agriculteurs ne seraient pas obligés de les nourrir avec tant d'engrais. Cette lapalissade a servi d'inspiration à des chercheurs de l'Institut international de recherche sur le riz situé à Manille, aux Philippines, qui ont découvert un moyen d'obtenir de nouvelles variétés de cette céréale capables de capter le phosphore de façon beaucoup plus efficace.

Element essentiel pour la croissance des plantes, le phosphore est naturellement peu présent dans les sols. Quant aux gisements minéraux, ils commencent à s'épuiser ; 95 % des réserves sont concentrées dans le Sud marocain.

Pour parvenir à leurs fins, les scientifiques philippins ont isolé, au sein du patrimoine d'un riz traditionnel indien, le Kasalath, un gène qui améliore la captation du phosphore par la plante. Cette espèce rustique est la seule à en être naturellement dotée. Baptisé « phosphorus starvation tolerance 1 » (PSTOL 1), ce gène conditionne la production de racines plus longues et pouvant capter davantage de phosphore dans le sol. Cette aptitude permet au Kasalath de produire 20 % de grains en plus dans des terres pourtant pauvres en phosphore.

Une performance que les chercheurs voudraient désormais parvenir à reproduire avec d'autres espèces. **L. C.**

SLOVAK ACADEMY OF SCIENCE

Le cafard brille pour se protéger

Dans les forêts équatoriales d'Amérique centrale, le cafard *Luchihormetica luckae* brille la nuit pour ne pas être mangé – une adaptation très rare chez les animaux terrestres. Pour une équipe de chercheurs slovaques et russes, c'est sûr : son image bioluminescente évoque celle d'un scarabée toxique.

Première

► UNE NOUVELLE FAMILLE D'ARAIGNÉES

Cela faisait 140 ans que ce n'était pas arrivé aux Etats-Unis : une nouvelle famille d'araignées, les *trogloraptoridae*, a été découverte dans des grottes et des forêts primaires de l'Oregon. Représentée pour l'instant par une seule espèce, *Trogloraptor*, cette famille s'ajoute aux 111 recensées jusqu'à présent dans le monde.

L'Ebola des serpents

L'Académie des sciences de Californie vient de comprendre pourquoi des pythons et boas vivant en captivité présentent depuis 2009 des symptômes bizarres tels que des contorsions du corps provoquant des nœuds dont ils ne pouvaient s'extirper : un virus, proche de celui d'Ebola affectant singes et humains, en serait la cause.

www.sciencesetavenir.fr

ETHOLOGIE

L'étonnante habileté des bonobos

Kanzi, le bonobo déjà célèbre pour son apprentissage du langage, continue à défrayer la chronique scientifique : un article paru cet été détaille comment ce singe élevé en captivité taille ses outils de diverses façons selon leur usage, comme les premiers *Homo*. Les chercheurs du Great Ape Trust, aux Etats-Unis, ont mis Kanzi, un mâle de 30 ans, et sa compagne Pan Banisha, au défi d'extirper de la nourriture scellée dans un rondin de bois ou enfouie dans du sable, de la boue, ou sous un sol dur.

Les deux singes ont tout d'abord taillé des silex par percussion directe, ce qu'ils avaient appris à faire dans les années 1990. Mais Kanzi s'est révélé le plus patient et le plus inventif : il a ensuite fabriqué de gros éclats qu'il a utilisés comme tranchoir, puis comme écarteur. Il a aussi produit différents éclats plus fins dont il s'est tour à tour servi pour gratter, forer et percer la fente de colle de la bûche, son point le plus faible. Les deux singes ont enfin creusé les sols avec des pelles de bois ou de silex selon leur dureté.

ELIZABETH HUBERT-PUGH / GREAT APE TRUST OF IOWA / BONOBO HOPE SANCTUARY

Kanzi taillant des silex.

Peut-on parler ici de « simple dressage », comme le suggère le spécialiste des outils préhistoriques Eric Boëda, de l'université Paris-X ? Des chimpanzés sauvages ont déjà été observés se taillant des lances pour chasser, ou retouchant leurs baguettes de pêche à termite avant de s'en servir. Nul ne sait si leurs cousins bonobos peuvent tailler spontanément des silex à l'état sauvage. Mais ils sont indéniablement des animaux *faber*, c'est-à-dire susceptibles de fabriquer des outils. Une capacité qui semble remonter à l'ancêtre commun aux *Homo* et aux grands singes. **R. M.**

Lire aussi sur sciencesetavenir.fr *Si les singes savaient parler*, d'Emmanuelle Grundman.

EN IMAGE

Les dents souples de la mer

Les dents de ce poisson-chat de la famille des locaridés lui servent à râper les rochers pour se nourrir des algues qui y sont fixées. A la longue, cela devrait user sa dentition. Pourtant, il n'en est rien. Pour trois espèces dont *Pterygoplichthys disjunctivus (photo)* le problème est résolu : leurs dents sont constituées de quatre parties qui les rendent inusables. La base horizontale forme un angle de 90° par rapport à la deuxième, verticale et plus fine. Celle-ci, pauvre en calcium, peut fléchir sous la pression de la mâchoire. La troisième, plus épaisse, supporte la partie terminale : c'est la seule à être en émail. Enfin, la face avant des dents comprend des fibres de collagène, qui donne à l'ensemble de la dentition une souplesse pour se mouvoir d'avant en arrière. S. R.

TOM GEERINCKX / U GENT

L'OR
ESPRESSO

Maison du Café France SNC - RCS Paris 383 885 746

MAISON
CAFE

L'OR
ESPRESSO

FORZA

BIEN PLUS QU'UN ESPRESSO

Capsules compatibles avec les machines à café Nespresso®*. *Marque appartenant à un tiers n'ayant aucun lien avec D.E MASTER BLENDERS 1753.

REVUE DE PRESSE NATURE

par Loïc Chauveau

La pollution aux sacs plastique (ici à Nouakchott) est devenue un fléau urbain.

JOALLAUX, WWW.AUTEUR-PHOTOGRAPH.COM

MAURITANIE

La guerre aux sacs plastique est déclarée

Zazou, c'est le nom que donnent les Mauritaniens aux sacs plastique omniprésents dans les magasins, mais aussi dans les acacias et les dunes environnantes et jusque dans les eaux de l'Atlantique et les estomacs des chèvres. Le 14 juin, le gouvernement a adopté un décret interdisant à partir de 2013 leur fabrication, leur importation, leur commercialisation et leur utilisation. Le Mali voisin avait pris une mesure similaire début 2012.

Selon une ONG française, le Gret, 21 000 tonnes de plastiques divers échouent dans les décharges de Nouakchott tous les ans. Un service de collecte a été instauré avec l'aide des coopératives créées pour donner du travail aux femmes. Le plastique est broyé et revendu à des industriels qui refondent la matière sous forme de pièges pour la pêche au poulpe et de gaines électriques. Une campagne de sensibilisation pour réduire l'usage des sacs a débuté cet été avec un petit film d'animation *Sidi et les zazous*.

www.mali-pense.net, http://2doc.net/tbswk

Le chiffre

► **4**

C'est le nombre de phtalates interdits par le Danemark. Il s'agit des plus courants pour tous les usages impliquant un contact avec le consommateur. Soupçonnés de porter atteinte au système reproductif humain, ces produits chimiques qui servent à assouplir les plastiques sont déjà interdits dans les jouets pour enfants. L'Union européenne doit décider de l'avenir global des phtalates au printemps 2013.

The Copenhagen Post, http://2doc.net/o3l4q

ETATS-UNIS

Un ponton de 165 tonnes a traversé le Pacifique

Les promeneurs de la plage d'Agate, dans l'Oregon, ont eu la surprise de voir s'échouer un ponton de 165 tonnes arraché au port de Misawa au Japon lors du tsunami du 11 mars 2011. Ce morceau de quai flottant a mis quinze mois pour traverser le Pacifique, poussé par les courants. Un débris annonciateur de l'arrivée d'un nombre croissant de gros déchets. Si bien que l'Etat de l'Oregon a entrepris de mettre sur pied des filières de traitement et, surtout, de les financer.

KGW.com, http://2doc.net/tv9d6

PÉROU

Des trafiquants d'hippocampes pris dans les filets

Poursuivis par la police de l'aéroport de Lima, des trafiquants ont dû abandonner dans leur fuite pas moins de 16 000 hippocampes séchés. Ces animaux, stockés dans trois caisses, étaient destinés au marché asiatique où ils sont réduits en poudre et vendus comme aphrodisiaques. Pourtant protégés par la convention internationale sur le commerce des espèces sauvages (Cites), les hippocampes font l'objet d'un trafic estimé à 20 tonnes par an.

BBC, http://2doc.net/8q8fh

NOUVELLE-ZÉLANDE

Une anguille très rare sert de nourriture pour chiens

L'anguille longfin (*Anguilla dieffenbachii*), très rare dans les lacs et rivières de Nouvelle-Zélande, entre dans la composition d'aliments pour chiens, dénoncent des chercheurs de l'université de Massey. Cette espèce endémique des îles du Pacifique peut atteindre 3 m de long pour 22 kilos. Elle est considérée en déclin par les scientifiques, mais reste classée comme espèce commerciale par les autorités néo-zélandaises.

Chine nouvelle, http://2doc.net/4expb

ETATS-UNIS

Une centrale nucléaire qui a trop chaud

Pour la première fois depuis son ouverture en 1971, la centrale nucléaire de Millstone, dans le Connecticut, a dû être arrêtée car l'eau servant à la refroidir était trop chaude. Pourtant, il s'agissait d'eau de mer, la centrale étant installée sur le littoral.

La vague de chaleur la plus intense depuis 1956 a directement affecté la production d'électricité aux Etats-Unis. Dans l'intérieur des terres, d'autres réacteurs et usines thermiques ont également dû diminuer leur activité du fait de la baisse du débit des rivières. Ces incidents se produisent alors que la demande en courant est très forte en raison de la consommation des climatiseurs.

National Geographic, http://2doc.net/jed85

CORBIS/ROGER RESSMEYER

L'OR ESPRESSO

Maison du Café France SNC - RCS Paris 383 885 746

MAISON DU CAFE

LUNGO

L'OR ESPRESSO

LUNGO ELEGANTE

BIEN PLUS QU'UN ESPRESSO

Capsules compatibles avec les machines à café Nespresso®*. *Marque appartenant à un tiers n'ayant aucun lien avec D.E MASTER BLENDERS 1753.

NEUROENDOCRINOLOGIE

Un spray nasal pour prévenir les suicides ?

Comment empêcher le passage à l'acte ? En inhalant une hormone sécrétée par le cerveau. Tel est le projet étonnant sur lequel travaillent des chercheurs américains.

« **Des idées noires ?** *Un pschitt et ça repart !* » Telle pourrait être la future publicité pour un spray nasal antisuicide étudié par Michael Kubek, de l'école de médecine de l'université d'Indiana (Etats-Unis). Etonnante, voire dérangeante, l'idée n'en est pas moins scientifiquement sérieuse : le chercheur vient de recevoir une subvention de 3 millions de dollars de la Darpa – l'agence américaine chargée des projets de recherche pour la défense – pour mettre au point un tel produit. Et pour cause ! Selon le Pentagone, le taux de suicides chez les soldats américains a bondi de 18 % en juin, soit un cas par jour en moyenne, plus que les morts au combat.

Le principe actif du produit est l'hormone thyréotrope (*thyrotropin-releasing hormone* TRH), une molécule sécrétée dans le cerveau par l'hypothalamus. Elle sert à réguler, entre autres, la sérotonine, un neuromédiateur dont le taux tend à baisser chez les dépressifs. Un apport de TRH de synthèse permettrait-il d'éviter un geste désespéré ? « *C'est l'hypothèse que l'étude américaine va permettre de vérifier* », s'enthousiasme Fabrice Duval, médecin-chef du Pôle 8/9 de psychiatrie de Rouffach (Haut-Rhin) qui travaille sur la TRH depuis trente ans. Pour lui, pas de doute : c'est le neuropeptide idéal pour éviter le passage à l'acte. A l'appui, il rappelle l'étude qu'il a menée sur 95 patients dépressifs sévères et 44 témoins, publiée en 2010 dans *Psychoneuroendocrinology*. Celle-ci a permis d'établir le profil neuroendocrinien des dépressifs suicidaires. Ainsi, alors que les personnes en bonne santé ont un taux normal de sérotonine et de TRH, ce n'est pas le cas chez les dépressifs sans antécédent suicidaire, chez une hyperproduction de TRH endogène normalise un taux de sérotonine initialement bas. « *En revanche, s'il existe un antécédent suicidaire ancien (plus de quatre mois), la sérotonine reste basse alors que la TRH est normale. Si l'antécédent est récent 12 à 35 jours), la TRH baisse à son tour.* »

D'où cette hypothèse, qui rejoint celle de Michael Kubek : « *La chute de TRH précède un passage à l'acte. On pense qu'elle accentue brutalement la dépression. Un lien qu'il faudra élucider* », précise Fabrice Duval, tout en admettant que ses études ont été menées uniquement rétro-spectivement, sur des patients hospitalisés, et jamais avant un passage à l'acte. Mais un essai, tenté en 1997 une équipe du National Institute of Mental Health, à Bethesda (Etats-Unis) appuie cette hypothèse : une injection de TRH dans le liquide céphalo-rachidien de huit patients dépressifs a fait baisser rapidement les idées suicidaires chez cinq d'entre eux. Réponse d'ici à trois ans.

Elena Sender

© BERNARD MARTINEZ

REPÈRE

VOIE NASALE, VOIE ROYALE

La TRH, l'hormone étudiée pour la mise au point du spray « antisuicide », est produite naturellement par le cerveau.

Mais, injectée dans le sang, elle ne traverse pas la barrière hémato-encéphalique (entre le sang et le cerveau) en raison des cellules gliales qui entourent les vaisseaux sanguins et filtrent leur contenu. Comment, dès lors, la faire parvenir à l'encéphale où son action peut s'exercer ? Par un passage secret : le nez, car les neurones de l'épithélium olfactif communiquent directement avec le cerveau. D'où l'idée de faire inhaler la TRH par les patients. Cette méthode a déjà fait ses preuves en 2009 pour calmer des rats épileptiques avec des nanoparticules contenant de la TRH.

L'OR ESPRESSO

Maison du Café France SNC - RCS Paris 383 885 746

MAISON CAFE

L'OR ESPRESSO SUBLIME

OR ROSE

BIEN PLUS QU'UN ESPRESSO

Capsules compatibles avec les machines à café Nespresso®*. *Marque appartenant à un tiers n'ayant aucun lien avec D.E MASTER BLENDERS 1753.

Bras imprimés en 3D

Une petite fille de 2 ans atteinte d'une maladie génétique limitant la mobilité de ses membres supérieurs, l'arthrogrypose, a retrouvé l'usage de ses bras grâce à un exosquelette biomécanique « imprimé » en plastique léger *(photo)*. Initialement conçu en métal, le Wilmington Robotic Exoskeleton (WREX), créé dans un hôpital du Delaware

DR

(Etats-Unis), était trop lourd. Les médecins ont utilisé une imprimante 3D qui réalise des objets sur mesure en projetant sur une surface plane des couches de thermoplastique.

www.youtube.com/watch?v=5wLfKaP96dI

Sur le Web

► NOS ASSIETTES DÉCRYPTÉES

Quel est le fruit ou le légume le plus riche en vitamine C, en fibres ? Les réponses sont sur le site de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) qui met en ligne les tables dites Ciqual de la composition nutritionnelle de 1440 aliments, actualisées.

www.anses.fr/TableCIQUAL

Les gènes du mélanome répertoriés

Les mutations contribuant au mélanome ont été identifiées. Une prouesse de chercheurs de Harvard (Etats-Unis) car, sous l'effet des rayons UV B, les cellules cancéreuses ont un ADN très mutilé. La comparaison du génome d'une centaine de mélanomes, a notamment mis en évidence l'effet causal des rayons UV B dans la survenue de la maladie.

www.sciencesetavenir.fr

ORL

Un gel pour réparer les cordes vocales

Une matière gélatineuse, transparente et vibrante, a été mise au point pour réparer la voix de personnes atteintes, par exemple, d'un cancer de la gorge. Il s'agit d'un gel polymère synthétique propylène glycol (dit PEG-30), conçu par des scientifiques du Massachusetts Institute of Technology (MIT) et de la Harvard Medical School (Etats-Unis). Les chercheurs peaufinent la structure et le couplage des molécules pour en contrôler la viscoélasticité, avec pour objectif d'imiter parfaitement la fréquence des vibrations naturelles des cordes vocales, soit 200 par seconde.

Pour comprendre, un rappel physiologique s'impose : au niveau du larynx, nos deux cordes vocales sont réunies pour former un V. Le passage de l'air à ce niveau crée tensions et résonances produisant des sons. Les tumeurs, entre autres, peuvent conduire à atrophier ou à rigidifier les cordes vocales. Elles ne vibrent alors plus de la même manière, et la voix se modifie. Injecté au niveau des cordes, le gel s'intégrerait à celles-ci et en restituerait la fonction. L'expérience est notamment soutenue par des voix célèbres et abîmées telles que celles de l'actrice Julie Andrews ou de Roger Daltrey (chanteur des Who). Concluants, les premiers tests menés chez l'animal permettraient d'envisager un essai clinique chez l'homme dès 2013. **S. R.-M.**

COURTESY MGH VOICE CENTER

Tout comme une corde vocale, le gel mis au point au MIT vibre quand il est soumis à un souffle d'air.

www.youtube.com/watch?v=IOJAWOK1RTs

ADDICTOLOGIE

Le cannabis a des effets néfastes à long terme

Plus on commence à fumer des « joints » tôt dans la vie, plus le cerveau adulte en portera les séquelles. C'est la conclusion de Madeline Meier, de l'université Duke, aux Etats-Unis, et de ses collègues. Les chercheurs ont fait passer des tests de QI à plus de 1000 personnes dans un groupe d'étude néo-zélandais. Suivis durant un quart de siècle, de l'âge de 13 ans à l'âge de 38 ans, ils ont dû répondre à divers questionnaires au cours de ces décennies, notamment concernant leur consommation de cannabis.

Pour les chercheurs, la corrélation ne souffre pas la discussion : chez les très gros fumeurs qui n'ont jamais cessé de consommer du cannabis entre l'adolescence et la quarantaine, le déclin cognitif est patent, soit 6 points de QI en moins par rapport à un individu n'ayant jamais fumé de joints de toute sa vie. Toutefois, pour ceux dont la consommation aura été plus modérée, l'atteinte cognitive apparaît bien plus faible, à peine un point de recul sur l'échelle du QI.

Comment interpréter cette étude dont le principal intérêt est la durée ? La consommation excessive de psychotropes lors de l'adolescence, à un moment crucial du développement du cerveau, nuit à ce dernier. Il en va de même avec l'alcool ou n'importe quelle autre drogue. Mais il reste difficile de tirer des conclusions quant à un éventuel impact sur l'intelligence, étant donné que les tests de QI sont impuissants à mesurer l'étendue des capacités cognitives humaines. **H. R.**

AFP / JACQUES LOIC

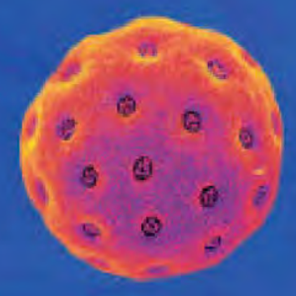
Fumer du cannabis dès l'adolescence nuit gravement au cerveau.

la Novela

4ème édition

> fête connaissance !

Toulouse 5 > 21 octobre 2012



Depuis sa création en 2009, la Novela s'installe parmi les principaux rendez-vous culturels à Toulouse.

L'édition 2012 embrasse de nombreux champs disciplinaires avec les mêmes exigences : permettre l'échange, favoriser la rencontre, éveiller la curiosité, susciter le débat.

Mobilisant les acteurs de la recherche et de l'université, le monde associatif, les artistes, les services municipaux, la Novela est une des manifestations de la métropole de la connaissance qui distinguent Toulouse sur le plan national et européen.

Novela, l'occasion de partager les connaissances, l'occasion de faire connaissance... une véritable fête de la connaissance !

Licences d'entrepreneur de spectacles : n°3-1035107, n°3-1035105 - Création visuel : legestes - Réalisation graphique : Studio Parole - Impression Sérigraphie Carpentier

Tout le programme sur
> www.lanovela.fr

MAIRIE DE TOULOUSE
www.toulouse.fr

Un « nouveau sida » asiatique

Une équipe internationale de chercheurs vient de révéler l'existence d'une nouvelle maladie ne touchant que les personnes d'origine asiatique. Il s'agit d'une immunodéficience rare se déclarant vers 40 ans. Comme ses symptômes se rapprochent de ceux dus au VIH, la maladie a été qualifiée de « nouveau sida », même si elle n'est ni contagieuse ni liée à un virus. Son origine serait génétique ou liée à l'environnement.

Le chiffre

► 90 %

DE SPERMATOZOÏDES

en moins. Des chercheurs ont réussi à réduire de 90 % le nombre de spermatozoïdes produits chez des souris en six semaines sans affecter le métabolisme hormonal. Une condition nécessaire pour mettre au point un contraceptif masculin socialement acceptable. Le « traitement » consiste à injecter une substance chimique appelée JQ1 qui bloque le compactage de l'ADN au cours de la spermatogenèse.

Les bactéries savent aussi coopérer

Toutes les bactéries ne sont pas des organismes individualistes. Une équipe franco-américaine a étudié les interactions entre différentes populations d'une bactérie océanique de la famille *Vibrionaceae*. Elle a découvert qu'à l'intérieur de chaque population, seuls quelques membres produisaient des antibiotiques, tandis que tous y étaient immunisés. La preuve d'une collaboration entre les membres pour se protéger d'autres populations.

www.sciencesetavenir.fr

QUESTIONS À EVELYNE HEYER Professeur au Muséum national d'histoire naturelle en anthropologie génétique, intervenante au festival Pariscience*

« La différence génétique n'implique pas la supériorité »

Le festival Pariscience aborde cette année le thème « Science et racisme ». La notion de race a-t-elle un quelconque fondement scientifique ?
La génétique a montré qu'il y a peu de différences entre les humains. Beaucoup moins que pour n'importe quelle autre espèce animale. Même les chimpanzés sont beaucoup plus différents entre eux d'un point de vue génétique. Mais, même faibles, ces différences existent. Il ne faut pas le nier comme on a pu le faire dans les années 1990. En réalité, à cette époque, nous n'avions pas assez de marqueurs génétiques pour pouvoir tirer des conclusions.

A quoi ces différences correspondent-elles ?
Les groupes humains se distinguent par des profils génétiques particuliers, ceux-ci reflétant souvent une adaptation. Il peut s'agir ainsi de la couleur de la peau, de la capacité à digérer une certaine alimentation… Quand on regarde les cinq principaux groupes génétiques, on retrouve tout simplement les populations des cinq continents !

Peut-on dès lors parler de races chez l'homme ?
Attention : dans la notion de race telle qu'on l'utilise dans le langage courant, il y a une notion d'inégalité. Si l'on commence à supposer que certains groupes sont supérieurs à d'autres, alors on sort du domaine de la science. La génétique n'est peut-être pas toujours politiquement correcte et révèle l'existence de groupes d'humains, seulement, elle n'apporte en aucun cas une vision figée et hiérarchisée de l'humanité. Et si certaines caractéristiques génétiques peuvent conduire à des prédispositions physiques, il ne fait aucun doute que le devenir d'un individu est bien plus conditionné par son environnement culturel que par ses gènes.

Propos recueillis par M. N.

*Evelyne Heyer participera avec l'ancien footballeur Lilian Thuram à une table ronde sur le thème « Science et racisme », dans le cadre du festival Pariscience (www.pariscience.fr), en partenariat avec *Sciences et Avenir*, le 9 octobre à 10 h au grand amphithéâtre du Muséum.

PICTURE TANK/PASCAL LAFAY

ANDROLOGIE

L'âge du père en cause

Plus un homme conçoit tard, plus le nombre de mutations génétiques dont hérite sa progéniture est élevé. C'est la conclusion à laquelle est arrivée une équipe de généticiens islandais dirigée par Augustine Kong, du groupe biopharmaceutique deCODE genetics, basée à Reykjavik. Celui-ci a mis en place en 1996 une base de données contenant les informations médicales et génétiques de l'ensemble de la population islandaise (*lire* S. et A. *n° 636, mars 2003*) et l'exploite régulièrement pour mettre en évidence des facteurs génétiques dans diverses pathologies. Cette fois, les chercheurs ont étudié 219 individus afin de corréler des mutations génétiques chez les enfants avec l'âge de leurs parents à la conception. Conclusion : plus le père est âgé, plus il transmet de mutations.

Ce résultat interpelle, car si la médecine nous a appris depuis longtemps que l'âge de la mère peut être critique dans l'apparition de certaines maladies génétiques chez les enfants, on ignorait tout de la responsabilité paternelle même si certaines études épidémiologiques récentes ont laissé penser à une corrélation entre les cas d'autisme ou de schizophrénie chez les enfants et un âge paternel avancé. L'étude islandaise confirme donc ces soupçons. Les chercheurs de deCODE ont ainsi calculé que, si un père d'une vingtaine d'années transmet en moyenne 25 mutations à son enfant, ce chiffre monte à 65 pour un père dans la quarantaine, soit deux mutations supplémentaires pour chaque année. Le nombre de mutations transmis par la mère est lui indépendant de l'âge. **H. R.**

Le futur est de retour.

Le tour du monde des musiques novatrices
Brian Eno, David Lynch, Arvo Pärt, Tamikrest, Tony Allen,
la nouvelle electronica russe …

dès le 26 septembre
chez les meilleurs disquaires de la planète
et sur RTS.ch/boutique

laplanetebleue.com

SCIENCES ET AVENIR

COUL EUR 3 RTS

REVUE DE PRESSE SANTÉ

par le Dr Pierre Miquel

ALI DECK/GETTY IMAGES

La marche sur la pointe des pieds est une posture fréquente chez le jeune enfant.

PÉDIATRIE

Marcher sur la pointe des pieds n'est pas inquiétant

Certains parents s'inquiètent de voir leur enfant commencer à marcher en se déplaçant sur la pointe des pieds. Une consultation est nécessaire s'il existe des troubles psychiques associés, en raison d'une éventuelle origine neuromusculaire. Dans la grande majorité des cas, ce type de marche disparaît spontanément vers l'âge de 5-6 ans. Comme le confirme une étude suédoise à laquelle ont participé 1440 enfants. Dans ce groupe, 17 enfants présentaient des troubles du comportement évocateurs d'autisme et parmi eux, un grand nombre (41 %) marchait sur la pointe des pieds. En revanche, parmi tous les autres enfants sans anomalie neurologique ou psychique associée, seuls 5 % ont adopté cette démarche à un moment donné, et plus de la moitié ont spontanément cessé à 5 ans et demi. Pour les 2 % d'enfants qui continuent à « faire des pointes » après 5-6 ans, une consultation orthopédique peut être envisagée pour prévenir le risque ultérieur de douleurs du talon et de la cheville.

Pediatrics, 23 juillet 2012.

Le chiffre

► 2

FOIS PLUS

de risque de diabète de type 2, en cas de syndrome des ovaires polykystiques (SOPK), selon une étude sur plus de 20 000 patientes âgées de 27 ans en moyenne. Le taux d'incidence annuel du diabète est de 4,7 pour 1000 au lieu de 2,4 pour 1000 dans le groupe témoin. Cette association s'expliquerait par le fait qu'il existe une insulinorésistance et des troubles lipidiques dans le SOPK.

Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 5 juillet 2012.

GÉRIATRIE

Soigner la cataracte prévient le risque de fracture du col du fémur

La baisse de l'acuité visuelle augmente le risque de fracture du col du fémur en raison des chutes. Une très vaste enquête américaine a évalué l'impact orthopédique de la chirurgie de la cataracte chez des sujets de 65 ans et plus. Résultats : en un an et en tenant compte de l'âge et des autres facteurs de risque (ostéoporose ou glaucome), le risque de fracture du col du fémur est réduit de 16 % grâce à la chirurgie.

Jama, 1er août 2012.

GYNÉCOLOGIE

L'appendicectomie préserve la fertilité

Plusieurs études, aux effectifs limités, avaient suggéré que la chirurgie de l'appendice pouvait augmenter le risque d'infertilité. Il n'en est rien, selon une enquête menée auprès de 75 000 femmes âgées d'une vingtaine d'années opérées de l'appendicite et 150 000 femmes du même âge n'ayant pas subi d'appendicectomie. En dix ans, on constate même une tendance à la hausse du taux de grossesse chez les femmes opérées. L'intrication de facteurs hormonaux et inflammatoires pourrait expliquer ces observations.

Fertility and Sterility, août 2012

UROLOGIE

Instabilité vésicale : une qualité de vie fortement dégradée

L'instabilité vésicale, parfois qualifiée de vessie hyperactive, affecte environ 16 % des hommes et 33 % des femmes selon des données obtenues chez 20 000 personnes de plus de 40 ans. Les symptômes les plus mal vécus sont les envies impérieuses d'uriner, l'incontinence urinaire par urgence mictionnelle et la nycturie (se lever trop fréquemment la nuit pour uriner). Cette dégradation de la qualité de vie est objectivée par des scores élevés sur les échelles d'évaluation de l'anxiété et de la dépression.

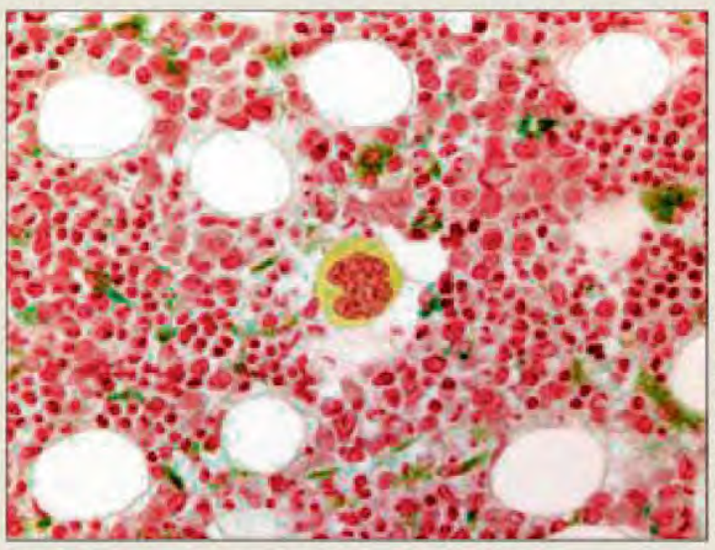
Urology, juillet 2012

CARDIOLOGIE

Les cellules souches bonnes pour le cœur

L'intérêt de la greffe de cellules souches hématopoïétiques dans les maladies coronariennes se confirme grâce à une méta-analyse de 50 études regroupant au total plus de 2600 patients. C'est pour une insuffisance coronarienne chronique ou un infarctus du myocarde que ces malades ont reçu des injections intracardiaques ou intracoronariennes de cellules mononuclées de la moelle osseuse ou d'autres types de cellules (CD34 ou CD133). Comparativement aux sujets non greffés, les patients traités ont une fonction ventriculaire gauche améliorée de façon prolongée (24 mois). Le risque de récidives d'infarctus du myocarde est significativement diminué ainsi que la mortalité, que celle-ci soit de cause cardiaque ou pas.

Circulation, 22 juin 2012.



STEVE GSCHMEISSNER/SPL/PHANIE

Formation de cellules sanguines dans la moelle osseuse, vue au microscope.

☐ **Carole,** en lutte contre le cancer

☐ **Paul,** malade d'Alzheimer

☐ **Jean,** victime d'un AVC

Le plus insupportable serait de devoir choisir entre ces malades.

En donnant à la Fondation pour la Recherche Médicale,
vous choisissez de lutter contre toutes les maladies.

Cancers, maladie d'Alzheimer, dépression, hépatites, insuffisance cardiaque,
maladies rares… la Fondation identifie et finance, grâce à vos dons,
les projets de recherche les plus prometteurs dans tous les domaines de la médecine.
Chaque année, plus de 750 recherches porteuses d'espoir de progrès médical
sont ainsi développées.
En soutenant la Fondation pour la Recherche Médicale, vous participez
au développement d'une recherche médicale de pointe,
au service de votre santé, de celle de vos proches. De la santé de tous.

Faites un don sur frm.org

FONDATION RECHERCHE MÉDICALE

POUR QUE LA RECHERCHE
BÉNÉFICIE À TOUS

Fondation pour la Recherche Médicale - 54 rue de Varenne - 75007 Paris

Fondation reconnue d'utilité publique

Les épices ont-elles des

Autrefois rares et convoitées, les épices sont aujourd'hui devenues indispensables en cuisine. Outre leurs qualités culinaires, on leur accorde des effets bénéfiques sur la santé.

BERNARD MARTINEZ POUR SCIENCES ET AVENIR

Grains de poivre, bâtons de cannelle, clous de girofle, noix de muscade… Les épices font rêver depuis l'Antiquité. Jusqu'à la Renaissance, elles ont poussé à la conquête de territoires inconnus, alimenté le commerce de la route de la soie, incité à ouvrir de nouvelles voies maritimes. Sans elles, l'Occident aurait-il découvert le Nouveau Monde et son… piment ?

« Initialement manifestations de luxe et de raffinements extrêmes, promesses de voyages, de saveurs subtiles ou étranges, vecteurs de bienfaits pour le corps, les épices ont été, on l'oublie trop souvent, des produits aussi convoités que l'or », rappelle Eric Birlouez, ingénieur agronome et sociologue de l'alimentation.

C'est aux XVII^e^-XVIII^e^ siècles qu'elles perdent de leur lustre, quand la cuisine française en réduit l'usage au profit de la crème, du beurre et des herbes aromatiques. Dans le même temps, de nouvelles denrées alimentaires, telles que le sucre, le chocolat ou le café, prennent leur place comme signes de distinction sociale. *« Aujourd'hui, on note un regain d'intérêt vis-à-vis des épices de la part de consommateurs curieux des "cuisines du monde" et sensibilisés aux richesses aromatiques de ces ingrédients exotiques travaillés par quelques grands chefs »*, note Eric Birlouez. Mais les nutritionnistes aussi s'y intéressent. Tout comme les chercheurs qui depuis une vingtaine d'années analysent les molécules qui les composent, des travaux qui sont venus notamment pimenter les recherches sur les antioxydants et sur l'équilibre alimentaire.

314 446

C'est le nombre d'unités dites Orac, qui évoluent le pouvoir antioxydant des aliments, correspondant à 100 g de clous de girofle. En comparaison, 100 g de cannelle apportent 267 536 unités Orac et 100 g de curcuma, 159 277.

Elles sont d'une très grande diversité. Sans appartenir à un ordre botanique au sens strict, les épices sont d'origine végétale – à l'exception du sel – et ont pour fonction l'assaisonnement des mets. Certaines sont issues de fleurs (safran), de fruits ou de boutons floraux (clou de girofle). D'autres proviennent d'une graine (poivre, cumin, fenouil, cardamome), d'une racine ou d'un rhizome (gingembre, curcuma) ou encore d'une écorce (cannelle). Elles sont obtenues le plus souvent par séchage et transformation, à la différence des herbes aromatiques consommées telles quelles.

Elles possèdent les plus fortes concentrations en antioxydants. Depuis une vingtaine d'années, les scientifiques ont établi un lien entre certaines maladies dégénératives (cancer, pathologies cardio-vasculaires, diabète) et

vertus thérapeutiques ?

l'action de molécules destructives, les radicaux libres *(lire le lexique)*, contre lesquels la nature nous offre des armes : les antioxydants. Selon le test Orac (Oxygen radical absorbance capacity) (1), mis au point par des chercheurs américains pour mesurer le pouvoir antioxydant des aliments dans l'organisme, les champions ne sont pas, comme l'industrie souhaiterait nous en convaincre, les fruits rouges ou les superfruits *(voir* S. et A. *n° 777, novembre 2011)*, mais les épices, clou de girofle en tête, suivi de près par la cannelle et le curcuma. Cependant, ces indices sont calculés pour 100 g. Or la consommation quotidienne d'épices dépasse rarement quelques grammes.

DR JEAN-MICHEL BORYS Endocrinologue du Centre Kennedy d'Armentières (Nord)

Un effet positif sur le poids

« En rehaussant le goût, les épices peuvent augmenter l'acceptabilité des aliments riches en nutriments comme les fruits et légumes à la saveur moins prononcée que les produits gras, salés et sucrés. Alors que les personnes souffrant d'un excès de poids ont tendance à s'orienter vers des aliments moins riches en nutriments, l'utilisation d'épices encourage des choix alimentaires de meilleure qualité nutritionnelle, recommandés pour maintenir un poids normal. Une étude clinique menée chez des femmes en surpoids ayant consommé des extraits de safran pendant huit semaines a montré une diminution du poids corporel et de la fréquence du grignotage (7). Il existe donc un important potentiel de recherche à mener autour des herbes et des épices. »

Elles contribuent à diminuer notre consommation de sel. Car elles sont exemptes de chlorure de sodium, un facteur d'hypertension et de maladies cardio-vasculaires ainsi que d'ostéoporose et de calculs rénaux (2).
L'Organisation mondiale de la santé estime qu'une diminution à 5 g de la consommation journalière de sel, qui avoisine les 10 g en France, permettrait de réduire le taux global d'accidents vasculaires cérébraux de 23 % et le taux de maladies cardio-vasculaires de 17 % (3).

Elles pourraient favoriser le contrôle du poids. Et ce au moyen de différents mécanismes. D'une part en favorisant une plus grande diversité alimentaire et donc une moindre monotonie, et d'autre part grâce à leurs propriétés pharmacologiques. La variété et la diversification alimentaire sont en effet les marqueurs d'une alimentation équilibrée. Une étude (4) constate qu'une alimentation diversifiée de la femme enceinte, riche en herbes et épices, entraînerait des préférences alimentaires plus variées chez le jeune enfant. D'autres travaux (5) suggèrent qu'une alimentation plus riche en herbes et épices serait moins grasse et sucrée et donc moins énergétique, ce qui contribuerait à un meilleur contrôle pondéral.
Certaines épices exercent également des effets directs sur l'organisme. C'est le cas du piment fort, type piment de Cayenne, riche en capsaïcine, une molécule qui a la capacité d'augmenter légèrement la thermogenèse. Si cet effet sur le métabolisme énergétique a été confirmé par des études à des doses compatibles avec une utilisation quotidienne (1 g, soit environ une demi-cuillère à café par jour), les résultats restent néanmoins légers et semblent s'estomper dans le temps (6).
Attention toutefois à ne pas en abuser car les épices piquantes, les piments, le poivre, le curry, ou encore le paprika, favorisent les hémorroïdes, perturbent le retour veineux, et augmentent la perméabilité du tube digestif, pouvant provoquer des troubles digestifs chez les plus sensibles.

LEXIQUE

RADICAUX LIBRES : produites par l'oxygène, ces molécules instables se caractérisent par la présence dans leur structure d'un électron célibataire. Les électrons aimant vivre en couple, les radicaux libres attaquent les molécules de l'organisme pour leur « voler » leurs électrons. Ce processus est accru par certains facteurs : le tabagisme, la pollution, une alimentation déficiente.

TEST ORAC : indique le degré de protection qu'offrent les antioxydants en mesurant la dégradation de molécules fluorescentes par des radicaux libres en présence de différents antioxydants.

THERMOGENÈSE : mécanisme de production de chaleur. Pour maintenir ou augmenter la température du corps, l'organisme dépense de l'énergie, notamment en dégradant les lipides des cellules graisseuses.

(1) Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, Release 2. Mai 2010. Nutrient Data Laboratory Beltsville Human Nutrition Research Center (BHNRC) Agricultural Research Service (ARS) US Department of Agriculture (USDA). (2) Meneton P, Jeunemaitre X, de Wardener HE, MacGregor GA (2005). Links between dietary salt intake, renal salt handling, blood pressure, and cardiovascular diseases. *Physiol Rev* 85(2): 679-715. (3) Organisation mondiale de la santé, Comité régional de l'Europe, Plan d'action pour la mise en œuvre de la stratégie européenne contre les maladies non transmissibles (prévention et lutte) 2012-2016. (4) Yeomans, M. R. Palatability and the microstructure of feeding in humans: the appetizer effect. Appetite 27, 119–133 (1996). (5) Tapsell, L. C. et al. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. *Med. J. Aust.*185, S4–24 (2006). (6) Ludy, M.-J. & Mattes, R. D. The effects of hedonically acceptable red pepper doses on thermogenesis and appetite. *Physiol. Behav.* 102, 251–258 (2011). (7) Gout, B., Bourges, C. & Paineau-Dubreuil, S. Satiereal, a Crocus sativus L extract, reduces snacking and increases satiety in a randomized placebo-controlled study of mildly overweight, healthy women. *Nutr. Res.* 30, 305–313 (2010).

Rencontre

Bruno Latour, philosophe et sociologue des sciences et techniques

“Décrypter les controverses est un enjeu démocratique”

Le célèbre sociologue des sciences propose une méthode originale pour permettre aux citoyens de mieux appréhender les grands débats scientifiques.

BRUNO LATOUR, 65 ans, philosophe et sociologue des sciences et techniques. De juin 2007 à juin 2012, il a été directeur adjoint de Sciences-Po Paris chargé de la recherche, où il enseigne. De 1982 à 2006, il a enseigné à l'Ecole des mines de Paris, où il a étudié la construction sociale du fait scientifique. Auteur de plus d'une quinzaine ouvrages dont le célèbre *Nous n'avons jamais été modernes* (1991), il publie ce 20 septembre *Enquête sur les modes d'existence* (La Découverte).

Dans le cadre de La Novela à Toulouse*, vous présentez une « cartographie des controverses ». De quoi s'agit-il ?

C'est une méthode pédagogique que je développe depuis près de vingt ans et qui répond à un double constat. D'une part, le public est de plus en plus confronté à des incertitudes en matière scientifique : que penser de la nocivité des ondes des téléphones portables, des nanotechnologies, etc. D'autre part, la confiance dans les institutions scientifiques diminue. La conséquence est qu'on n'arrive plus à clore un débat. Alors soit on désespère, soit on équipe le public pour décrypter ces controverses. Désormais, chaque citoyen ne doit plus seulement apprendre mais enquêter pour découvrir qui sont les producteurs de savoirs, où sont les conflits, les intérêts, qui finance la recherche, etc. Il ne s'agit pas d'une pédagogie descendante, comme celle à laquelle le public est exposé aujourd'hui dans ce que l'on appelle la diffusion des savoirs ou la « culture scientifique ». Nous sommes tous les habitants d'un paysage controversé.

Votre ambition serait de permettre à chacun de se repérer dans ce paysage rendu confus par les controverses ?

Oui, d'autant plus qu'il existe aussi des pseudo-controverses qui brouillent encore davantage la compréhension, comme celle sur le réchauffement climatique qui fait rage aux Etats-Unis, entretenue artificiellement par les « climatosceptiques », ceux qui rejettent toute idée de réchauffement climatique, malgré le fait que l'origine anthropique de ce réchauffement ne fasse plus guère de doute ; ou sur l'innocuité du tabac, qui a été longtemps entretenue par les lobbys financés par les industriels du secteur, alors que les méfaits du tabac étaient depuis longtemps prouvés.

De quelle façon procédez-vous pour réaliser cette cartographie ?

Il ne s'agit pas de faire les mêmes cartes que le géographe. Nous réalisons des entretiens, des films, des explications de points techniques, nous avons des outils de bibliométrie qui nous permettent de dire combien d'auteurs ont publié dans le cadre d'une controverse donnée... Tout cela pour déterminer qui en sont les acteurs et établir la nature des liens qui les unissent *(lire Repères p. 48)*. Au départ, le but de ces travaux que j'avais menés notamment avec Michel Callon, au Centre de sociologie de l'innovation de l'Ecole des mines, était pédagogique. Il s'agissait de donner aux étudiants de cet établissement où j'ai enseigné, puis à ceux de Sciences-Po, où j'enseigne aujourd'hui, des outils pour leur permettre de mieux aborder les enjeux scientifiques et techniques. Ce que j'appelle les « humanités scientifiques ». Aujourd'hui, 19 universités dans le monde proposent un cours de cartographie des controverses.

Ces travaux vont-ils diffuser également vers le grand public ?

Oui, grâce à Internet, nous allons pouvoir mettre nos outils à disposition de tous. Le Web est en effet le média le mieux adapté à la cartographie des controverses, car il donne accès à quantité de données, que l'on peut relier. Nous avons ainsi présenté le projet Forccast (Formation par la cartographie des controverses à l'analyse des sciences et techniques) qui a obtenu un financement dans le cadre des investissements d'avenir (le grand emprunt gouvernemental). Le problème aujourd'hui est que les graphes qui représentent les controverses ne sont pas assez lisibles. Il faut maintenant concevoir des sites Web avec une présentation plus claire des données. Ensuite, le public pourra alimenter lui-même ces sites, à la manière de ce qui se fait pour Wikipedia, l'encyclopédie communautaire en ligne.

Comment clore une controverse qui, justement, semble sans fin ?

Par le débat démocratique. D'où la nécessité de bien comprendre qui en sont les acteurs. Dans le cas des nanotechnologies, par exemple, il faut savoir en distinguer deux types. D'une part, ceux qui ne pourront jamais changer d'avis, comme le collectif français Pièces et main-d'œuvre qui rejette en bloc les nanotechnologies ou, à l'opposé, ceux qui les promeuvent de manière inconditionnelle, comme on peut en trouver au sein des laboratoires de nanotechnologies du MIT (Massachusetts Institute of Technology)… Et d'autre part, tous les autres acteurs qui peuvent changer d'avis pour de bonnes raisons, car c'est cela, la démocratie. ●●●

●●● **Est-ce réalisable ? Le débat public sur les nanotechnologies, en 2009 et 2010, a échoué...**
C'est un long apprentissage. A Toulouse, depuis près de dix ans, Christophe Vieu, chercheur au LAAS (Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes), met en scène des controverses sur les nanotechnologies dans les collèges pour habituer les enfants à débattre sur les questions scientifiques, dans un monde où les objets scientifiques et techniques occupent une place centrale dans notre vie quotidienne. Il s'agit donc bien d'un exercice de démocratie, et pas seulement de pédagogie. Transmettre un savoir « indiscutable », c'était une méthode caractéristique des périodes de progrès, les années 1950 par exemple. Ce n'est plus possible aujourd'hui. Un savoir indiscutable n'est pas compatible avec une démocratie.

Quel rôle pour les experts, qui apparaissent de plus en plus contestés ?
Actuellement, lors d'une controverse, on nomme effectivement des experts pour tenter sortir du débat. Or, leur mission est impossible : ils doivent faciliter la tâche des scientifiques en tentant d'obtenir un consensus là où il

REPÈRES

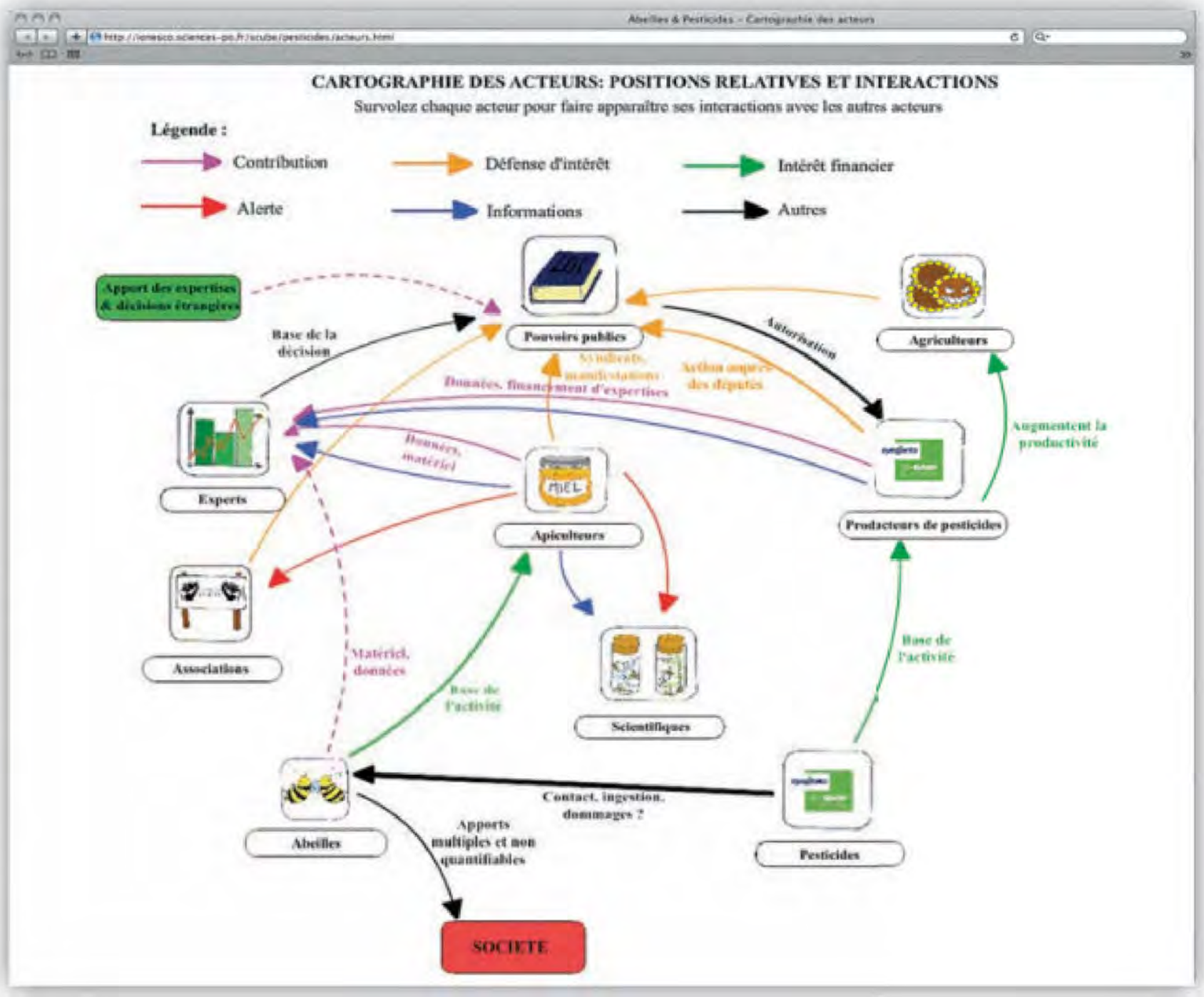
UN OUTIL QUI MET EN SCÈNE ENJEUX, RÉSEAUX ET PROTAGONISTES

Près de 80 cartes de controverse (la loi Hadopi est-elle applicable ? le Louvre à Abou Dhabi ; la conservation du sang de cordon ; à qui appartient l'Arctique ?...) ont été élaborées par des groupes d'étudiants de Sciences-Po Paris, le MIT (Massachusetts Insitute of Technology), l'université de Manchester, l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Telecom ParisTech. Certains sites sont en cours de mise à jour.

L'EXEMPLE DES ABEILLES

Cette capture effectuée sur le site du laboratoire de Bruno Latour à Sciences-Po Paris, donne un exemple de cartographie de controverse : le rôle des pesticides dans la disparition des abeilles. Onze acteurs (abeilles, apiculteurs, producteurs de pesticides, pouvoirs publics, scientifiques, experts...) sont recensés. Quand on passe le curseur sur l'un d'eux à l'écran, des flèches colorées apparaissent qui visualisent les liens et leur nature (alerte, intérêt financier, informations...) entre l'acteur choisi et les autres. L'internaute peut ainsi, en toute connaissance de cause, se forger une opinion éclairée sur ce débat complexe.

http://medialab.sciences-po.fr/controversies/



n'y en a pas, et conseiller les politiques, qui vont s'abriter derrière les scientifiques pour prendre une décision. Leur position est intenable. On le voit bien aujourd'hui avec les agences du médicament ou de la sécurité alimentaire qui sont incapables de clore une controverse comme celle autour du Mediator ou des effets des pesticides sur les abeilles *(lire les Repères ci-contre)*. Il faudrait donc remplacer l'expert par une sorte de chef du protocole qui serait en charge d'organiser le débat, un « explorateur du parlement des choses » qui déterminerait quelle serait l'assemblée représentative participant à ce débat. L'objectif à terme, c'est la réforme de ces agences et celle de la fonction de conseiller scientifique des politiques, l'instauration de nouvelles assemblées, la refonte des institutions scientifiques. C'est un bel enjeu démocratique !

En prenant en compte des discours extrémistes sans « preuve scientifique », ne craignez-vous pas d'être accusé de relativisme ?

C'est inouï ! Certains ont même prétendu que la sociologie des sciences que j'ai créée s'attaquait aux sciences elles-mêmes. Mais ils changent quelque peu d'avis depuis qu'ils sont eux-mêmes pris pour cible, par exemple par les climatosceptiques. La question que je pose est simple : pourquoi ne s'intéresse-t-on jamais à l'institution scientifique, à son fonctionnement, à son coût, et plus généralement à cette « fabrique de l'objectivité » qu'est la science, qui comprend aussi bien les résultats scientifiques que les savoir-faire et les moyens de médiation ? Je pense que la philosophie des sciences a perdu sa capacité à relier tous ces éléments. Il faut la réinventer.

Quelle est, selon vous, la principale menace que font peser ces controverses aujourd'hui ?

Elle est incontestablement écologique. Nous nous trouvons dans une période baptisée « anthropocène » par le prix Nobel de chimie Paul Crutzen et popularisée en France par le glaciologue Claude Lorius, parce que les changements induits par l'homme sur l'environnement priment sur les changements naturels. Or, à cette crise écologique se superpose une désaffection du public pour les sciences et la politique. Face à cela, les chercheurs, et en particulier les climatologues, restent positivistes. Ils veulent être crus sur les résultats de leurs travaux. Or, ce n'est plus possible car les institutions scientifiques sont en crise. Des résultats scientifiques que l'on considérait auparavant comme indiscutables ne suscitent plus l'adhésion du public.

Comment les scientifiques réagissent-ils face à cette crise ?

Ils sont en plein désarroi. Ils ne maîtrisent pas la philosophie moderne des sciences, qui leur permettrait de répondre aux attaques des sceptiques, ceux qui les accusent d'avoir trafiqué leurs données, par exemple sur les changements climatiques afin d'en aggraver selon eux la portée – ce qui a provoqué un « climategate » *(lire* S. et A. *n° 759, mai 2010)*.

La solution, ce serait de fonder un nouveau modèle d'objectivité qui favoriserait la confiance du public dans la communauté scientifique. Pour cela, cette dernière doit faire preuve de transparence sur ses pratiques, son financement, etc. Tous ces aspects sont représentés dans la cartographie des controverses.

Quel rôle pour les citoyens ?

Devant un problème comme celui de l'avenir de la Terre, pour lequel personne n'a de réponse, nous sommes tous finalement assez égaux. Donc, l'idée que les savoirs pourraient être coproduits par les scientifiques et le public, chacun apportant ses compétences et sa vision des choses, n'est pas absurde.

> « Les savoirs pourraient être coproduits par les scientifiques et le public, chacun apportant sa vision »

Comment inciter le public à participer ?

Ce sera l'objet de ma deuxième année de collaboration avec le festival La Novela. Dans une thématique baptisée « Passion Gaïa », Gaïa étant la terre-mère de la mythologie grecque, nous allons développer une approche esthétique au sens premier du terme – ce qui permet de « rendre sensible à des phénomènes ». Nous ferons appel au théâtre, au cinéma, à la danse, à la musique, afin de rendre chacun sensible à ces problèmes écologiques dont l'ampleur nous dépasse, comme la montée du niveau des océans, ou l'idée-même d'anthropocène.

Propos recueillis par Jean-François Haït avec Dominique Leglu

Photos : Delphine Warin pour Sciences et Avenir

* Festival des savoirs, du 5 au 21 octobre *(lire aussi p. 92)*.

MA BIBLIOTHÈQUE ÉGOÏSTE

« J'aime le pouvoir de la scientifiction »

« Un chercheur, c'est une bibliothèque, mais quelques ouvrages m'ont plus particulièrement frappé. D'abord ce maître livre, lu et relu, de Charles Péguy : *Clio. Dialogue de l'histoire et de l'âme païenne*, paru en 1931, qui est l'une des plus étonnantes proses en français et aussi une magnifique méditation sur l'histoire et le temps. Je l'ai lu très jeune et cela m'a vraiment changé. J'ai aussi été bouleversé par *La Grande Transformation. Aux origines politiques et économiques de notre temps*, de Karl Polanyi, paru en 1944, l'un des grands livres sur l'histoire et surtout l'anthropologie de l'économie et du capitalisme, par l'un des vrais inventeurs du socialisme non marxiste. *L'Ombre en fuite*, de Richard Powers, paru en 2000, m'a révélé les pouvoirs incroyables de la "scientifiction" – à ne pas confondre avec la science-fiction –, un procédé qui utilise les ressources de fiction que recèlent la pratique et l'écriture des sciences. Enfin, je n'ai encore absorbé que quelques parcelles de ce que je tiens pour un livre majeur de la philosophie du XX^e^ siècle : *Procès et réalité. Essai de cosmologie*, d'Alfred North Whitehead, paru en 1929. »

BERNARD MARTINEZ

Alzheimer

Ce serait une maladie infectieuse

Alzheimer serait une affection à prion, comme la maladie de la vache folle. Pour combattre la dégénérescence des neurones, plusieurs pistes porteuses d'espoir : un vaccin, des essais cliniques, des médicaments. Mais aussi, et surtout, la prévention.

Dossier réalisé par Elena Sender (coordination), Hervé Ratel et Sylvie Riou-Milliot

MAX PPP

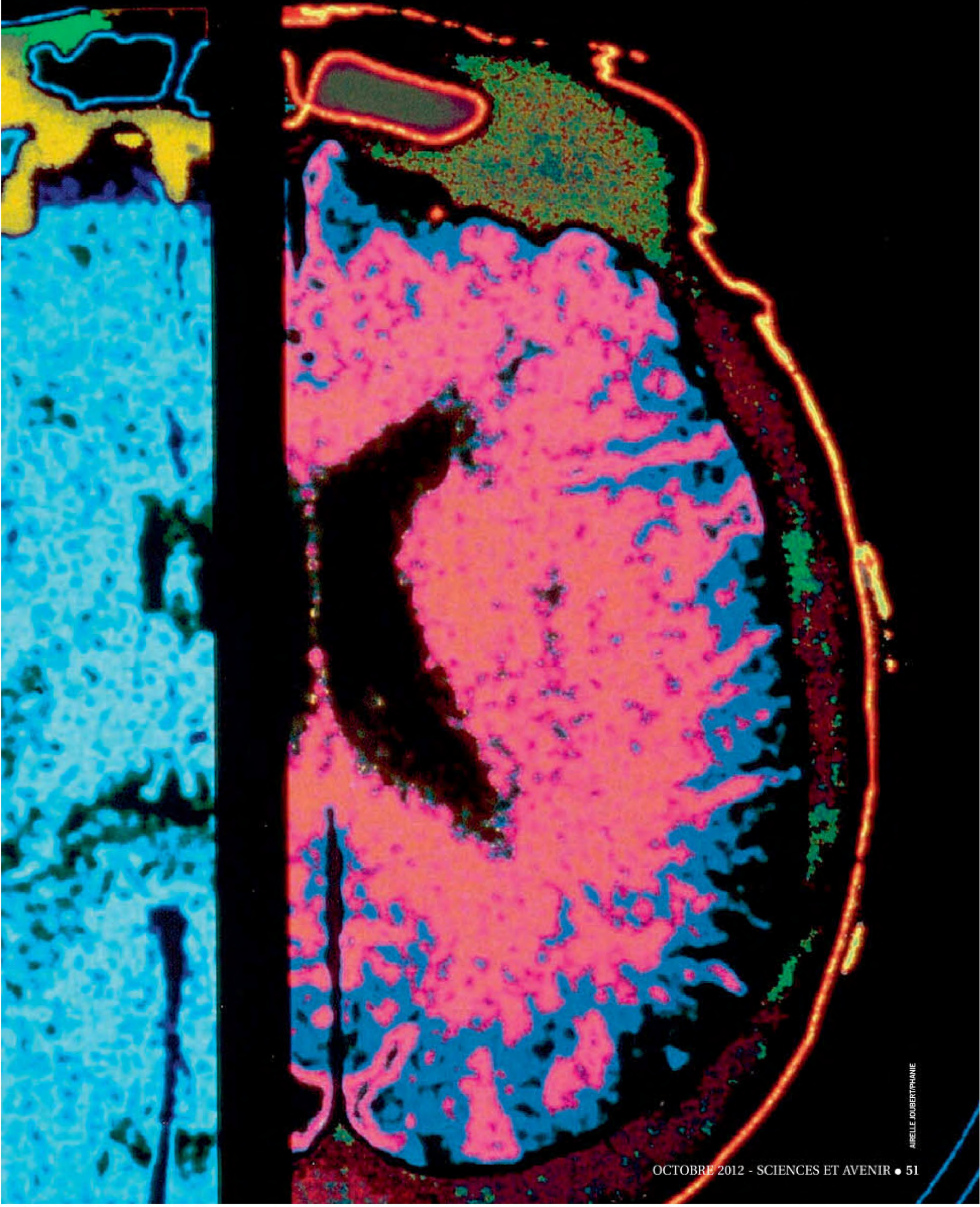
L'hypothèse d'une maladie à prion p. 53

PATRICE LATRON/LOOKATSCIENCES

Les pistes les plus prometteuses p. 56

E. SCHNEIDER

L'accompagnement sur mesure, un facteur clé p. 63



AIRELLE JOUBERT/PHANIE

2012 : changement de cap pour la recherche

Les chercheurs sont désormais tous d'accord : il faut s'attaquer à la maladie avant même l'apparition des premiers symptômes. Prévenir plutôt que guérir.

En ce mois de septembre, marqué par la journée mondiale d'Alzheimer le 21, les chiffres sont implacables : 35,6 millions d'individus souffrent de démence dans le monde selon l'Organisation mondiale de la santé. Ils seront deux fois plus nombreux en 2030. Et 70 % des cas sont dus à la maladie d'Alzheimer. Cette pathologie, évoluant inexorablement pendant huit à dix ans, attaque les neurones, détériore la mémoire du patient, ses facultés cognitives et fonctionnelles, entraîne des troubles du comportement, une perte de l'autonomie jusqu'à la démence sénile et la mort. Plus de cent ans après la description du premier cas par le neurologue allemand Alois Alzheimer (1906), le bilan ne semble pas des plus encourageants. Aucun traitement curatif n'a encore fait ses preuves, et la Haute Autorité de santé a évalué en octobre 2011 que le service médical rendu par quatre médicaments anti-symptômes était faible : la mémantine (Ebixa, Lundbeck), le donépézil (Aricept, Eisai), la rivastigmine (Exelon, Novartis Pharma) et la galantamine (Reminyl, Janssen Cilag).

Des chiffres éloquents

- 860 000 malades d'Alzheimer en France, dont 32 000 de moins de 60 ans.
- 225 000 nouveaux cas par an.
- Touche 5 % de la population des plus de 65 ans, 15 % des plus de 80 ans.
- Survie moyenne : 8,5 ans.
- 2 ans : délai moyen entre les premiers symptômes et le diagnostic.
- 60 % des malades sont à la charge des familles.
- 22 000 €/an : dépense moyenne de prise en charge d'un malade. Source : Association France Alzheimer.

Et les chercheurs viennent de faire une découverte saisissante qui se confirme recherche après recherche : une fois que le processus neurodégénératif est enclenché, il se propage peu à peu à l'ensemble du cerveau par un mécanisme de type prion infectieux qu'il semble difficile de stopper *(lire ci-contre)*. La maladie d'Alzheimer est donc désormais considérée comme une maladie infectieuse, qu'il faut attaquer au plus tôt.

Un véritable changement de cap pour la recherche. Telle est l'idée forte qui émerge dans la communauté scientifique. *« On s'accorde désormais tous pour dire que le secret du traitement sera d'être administré le plus tôt possible, avant que les symptômes n'apparaissent, chez des sujets sains porteurs de biomarqueurs positifs* (lire p. 59), assure le professeur Bruno Dubois, directeur de l'Institut de la mémoire et de la maladie d'Alzheimer (CHU Pitié-Salpêtrière, Paris). *On est en train de s'inscrire dans la logique que les médicaments n'agiront qu'à ce stade. »*

Une conviction qu'est venue renforcer l'« échec », le 7 août, de l'un des candidats médicaments les plus prometteurs, le bapineuzumab (Pfizer et Johnson & Johnson). Administré à un stade modéré de la maladie, il n'a pu améliorer les fonctions cognitives des patients. Mais, selon les chercheurs, il aurait été donné trop tard. On attend à présent les résultats de son concurrent, le solanezumab, en octobre.

Agir plus tôt oui, mais comment ? La grande tendance est d'essayer de stimuler les défenses immunitaires du cerveau. Par l'injection d'une batterie d'anticorps *(lire p. 56)*, ou par un vaccin thérapeutique dont les essais sont enfin relancés *(lire p. 59)*. Mais aussi en testant des médicaments courants, comme le propose Judes Poirier, instigateur du programme Prévenir-Alzheimer *(lire p. 62)*. Ou encore, en changeant de style de vie pour stimuler les facteurs de prévention qui retarderaient la maladie *(lire p. 60)*. Et pour tous ceux qui sont déjà malades ? Ils ont besoin plus que jamais, eux, d'accompagnement et de soins adaptés, à domicile ou dans des institutions de qualité *(lire p. 63)*. Que ce soit dans le laboratoire, à l'hôpital ou au quotidien, c'est certain, la lutte contre ce fléau est sérieusement engagée. **Elena Sender**

LEXIQUE

MALADIE D'ALZHEIMER : affection dégénérative du cerveau qui entraîne à terme une démence du patient. Elle se caractérise par la présence de deux lésions cérébrales : les plaques séniles et la tauopathie.

PLAQUES SÉNILES : dépôts de peptide A-bêta 42 agrégé en noyaux durs.

PEPTIDE A-BÊTA 42 : ou peptide amyloïde bêta 42. Cette protéine neurotoxique, en s'accumulant, favorise une réaction en chaîne aboutissant à la neurodégénérescence. C'est la cause première de la maladie, selon la théorie dite de la cascade amyloïde émise en 1991.

TAUOPATHIE : déformation d'une protéine de structure des neurones, la protéine tau *(tubuline associated unit)* qui désorganise les neurones jusqu'à entraîner leur mort.

PRION : nouveau type de particule protéique infectieuse (ni virus ni bactérie…). Il est responsable des encéphalites spongiformes transmissibles de type Creutzfeldt-Jakob. Sa forme pathogène peut se transmettre *via* des interactions protéine-protéine.

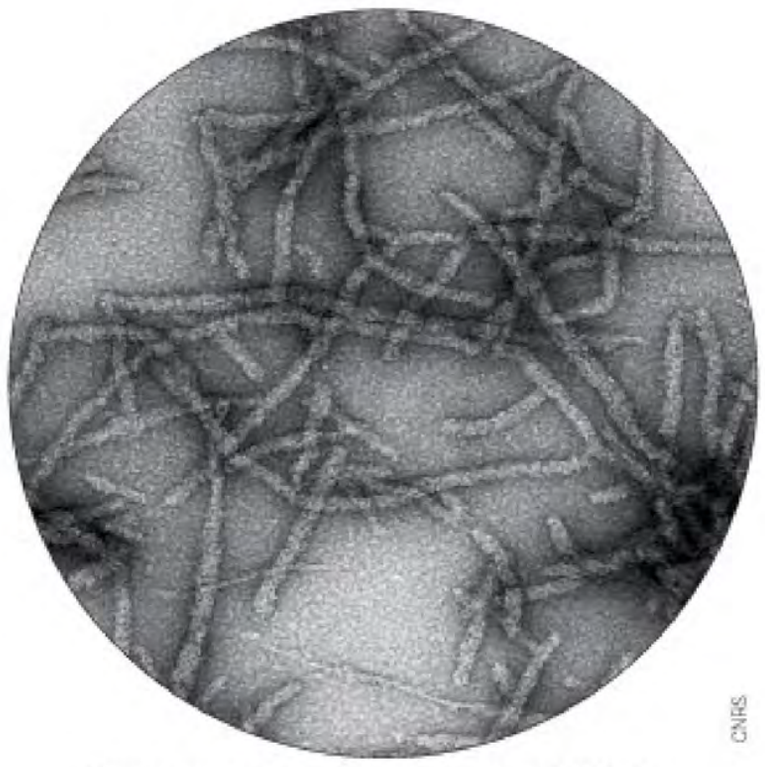
ANTICORPS MONOCLONAUX HUMANISÉS : anticorps de synthèse, manipulés pour ne pas être rejetés par le corps humain.

WUSTENECK/DPA/MAXPPP

L'hypothèse inattendue d'une maladie à prion

Deux protéines, dotées de capacités infectieuses à l'instar du prion, seraient en cause. Peu à peu, elles contamineraient l'ensemble du cerveau.

Le prion, entité terrifiante popularisée lors de la crise de la vache folle qui a sévi entre 1996 et 2002, n'avait plus fait parler de lui depuis une décennie. Cette particule protéique refait aujourd'hui surface à la faveur des dernières découvertes sur la maladie d'Alzheimer. Car oui, les chercheurs fondamentaux en sont aujourd'hui pratiquement convaincus, cette pathologie, et sans doute beaucoup d'autres affections neurodégénératives, serait une maladie à prion. Les indices s'accumulent depuis 2008 et plusieurs travaux ont permis de remettre ce concept sur le devant de la scène. Le plus récent est d'ailleurs issu de « Monsieur Prion » en personne, l'Américain Stanley Prusiner – prix Nobel de médecine en 1997 pour avoir quinze ans plus tôt élaboré sa théorie. En juin, lui et son équipe de l'université de Californie (San Francisco) ont publié dans les *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences)* un travail surprenant : l'injection dans le cerveau de souris saines de protéines A-bêta, extraites du cerveau de souris malades, induit la propagation de la protéine pathologique dans tout l'encéphale. Or, on ne connaissait ●●●



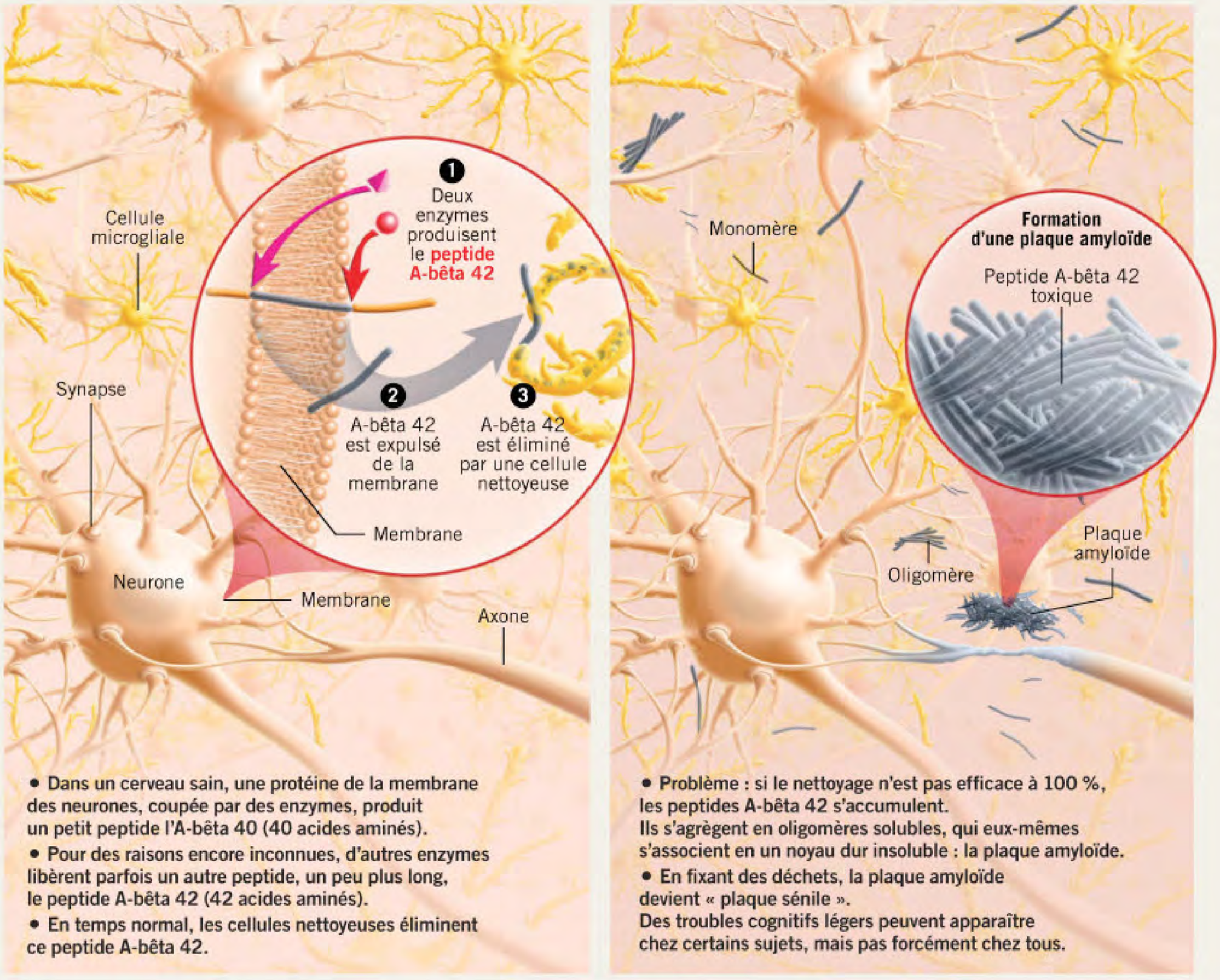
CNRS

En haut : coupe d'un cerveau atteint de maladie neurodégénérative. Ci-dessus : fibres typiques du prion infectieux.

Comment deux agents pathogènes se

Cerveau sain
Les agents toxiques éliminés

Stade 1
Formation de plaques amyloïdes



• Dans un cerveau sain, une protéine de la membrane des neurones, coupée par des enzymes, produit un petit peptide l'A-bêta 40 (40 acides aminés).
• Pour des raisons encore inconnues, d'autres enzymes libèrent parfois un autre peptide, un peu plus long, le peptide A-bêta 42 (42 acides aminés).
• En temps normal, les cellules nettoyeuses éliminent ce peptide A-bêta 42.

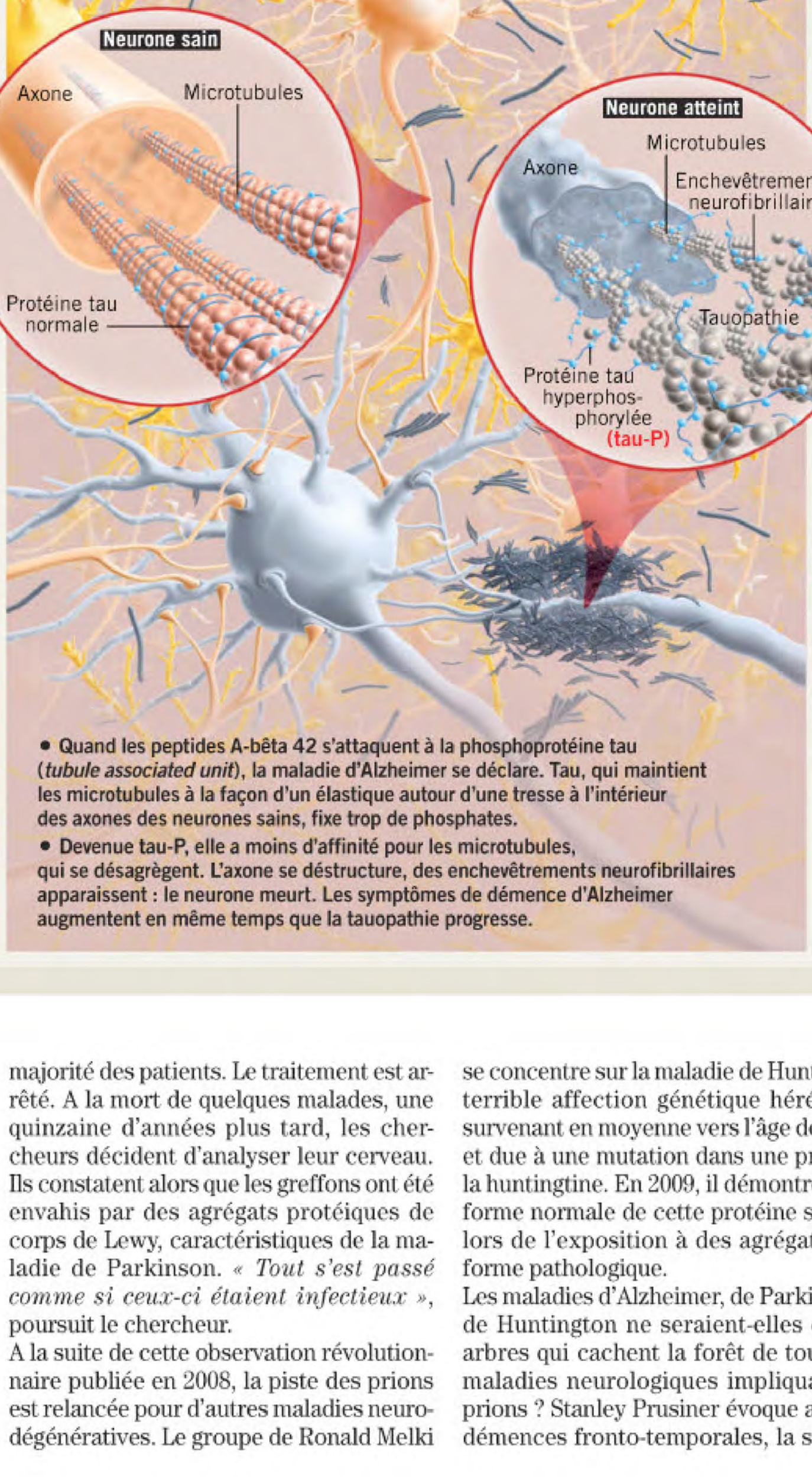
• Problème : si le nettoyage n'est pas efficace à 100 %, les peptides A-bêta 42 s'accumulent.
Ils s'agrègent en oligomères solubles, qui eux-mêmes s'associent en un noyau dur insoluble : la plaque amyloïde.
• En fixant des déchets, la plaque amyloïde devient « plaque sénile ».
Des troubles cognitifs légers peuvent apparaître chez certains sujets, mais pas forcément chez tous.

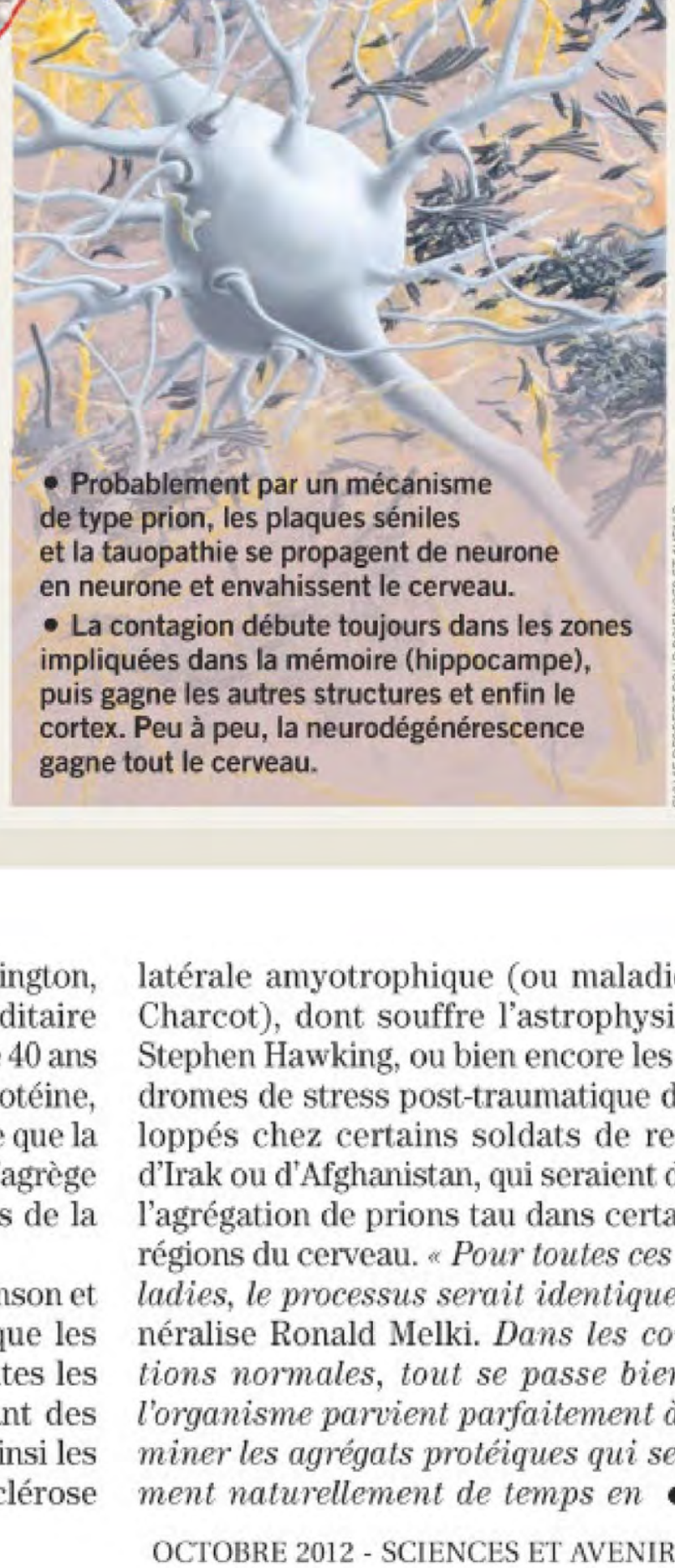
●●● jusque-là qu'une autre protéine, la PrPsc, impliquée dans la maladie de la vache folle (encéphalopathie spongiforme bovine, en langage plus scientifique), dotée de capacités infectieuses et capable, elle aussi, de se propager comme le ferait un virus, une bactérie ou un parasite. D'où l'appellation de prion, acronyme de *proteinaceous infectious only particle*, c'est-à-dire particule protéique infectieuse.
Quant à l'autre protéine responsable de la maladie d'Alzheimer, la protéine tau *(voir l'infographie ci-dessus)*, elle adopterait le même comportement. En février, une étude publiée dans la revue *PloS One* montrait sa progression infectieuse d'un neurone à l'autre chez des souris vieillissantes souffrant d'une forme d'Alzheimer. Pour A-bêta comme pour tau, le processus serait identique et caractéristique des prions : le remplacement progressif d'une protéine naturelle par sa jumelle de forme anormale.
Mais la dynamique de la propagation et ses mécanismes varieraient énormément selon les maladies. *« Les premiers indices de l'implication des prions dans les maladies neurodégénératives sont venus de travaux réalisés chez l'homme pour la maladie de Parkinson et publiés dans* Nature Medicine *en mai 2008 »*, rappelle Ronald Melki, du Laboratoire d'enzymologie et de biochimie structurales (Lebs) au CNRS de Gif-sur-Yvette. Dans les années 1990, certains patients bénéficient en effet d'une stratégie thérapeutique novatrice : la greffe de cellules fœtales censée corriger leur déficit en dopamine. Cette approche conduit à la rémission de la maladie chez certains d'entre eux, mais les études en double aveugle ne concluent pas à des améliorations cliniques pour la

propagent dans le cerveau

Stade 2
Dégénérescence des neurones

Stade 3
Extension jusqu'au cortex





• Quand les peptides A-bêta 42 s'attaquent à la phosphoprotéine tau (*tubule associated unit*), la maladie d'Alzheimer se déclare. Tau, qui maintient les microtubules à la façon d'un élastique autour d'une tresse à l'intérieur des axones des neurones sains, fixe trop de phosphates.

• Devenue tau-P, elle a moins d'affinité pour les microtubules, qui se désagrègent. L'axone se déstructure, des enchevêtrements neurofibrillaires apparaissent : le neurone meurt. Les symptômes de démence d'Alzheimer augmentent en même temps que la tauopathie progresse.

• Probablement par un mécanisme de type prion, les plaques séniles et la tauopathie se propagent de neurone en neurone et envahissent le cerveau.

• La contagion débute toujours dans les zones impliquées dans la mémoire (hippocampe), puis gagne les autres structures et enfin le cortex. Peu à peu, la neurodégénérescence gagne tout le cerveau.

SYLVIE DESSERT POUR SCIENCES ET AVENIR

majorité des patients. Le traitement est arrêté. A la mort de quelques malades, une quinzaine d'années plus tard, les chercheurs décident d'analyser leur cerveau. Ils constatent alors que les greffons ont été envahis par des agrégats protéiques de corps de Lewy, caractéristiques de la maladie de Parkinson. « *Tout s'est passé comme si ceux-ci étaient infectieux* », poursuit le chercheur.

A la suite de cette observation révolutionnaire publiée en 2008, la piste des prions est relancée pour d'autres maladies neurodégénératives. Le groupe de Ronald Melki se concentre sur la maladie de Huntington, terrible affection génétique héréditaire survenant en moyenne vers l'âge de 40 ans et due à une mutation dans une protéine, la huntingtine. En 2009, il démontre que la forme normale de cette protéine s'agrège lors de l'exposition à des agrégats de la forme pathologique.

Les maladies d'Alzheimer, de Parkinson et de Huntington ne seraient-elles que les arbres qui cachent la forêt de toutes les maladies neurologiques impliquant des prions ? Stanley Prusiner évoque ainsi les démences fronto-temporales, la sclérose latérale amyotrophique (ou maladie de Charcot), dont souffre l'astrophysicien Stephen Hawking, ou bien encore les syndromes de stress post-traumatique développés chez certains soldats de retour d'Irak ou d'Afghanistan, qui seraient dus à l'agrégation de prions tau dans certaines régions du cerveau. « *Pour toutes ces maladies, le processus serait identique*, généralise Ronald Melki. *Dans les conditions normales, tout se passe bien, et l'organisme parvient parfaitement à éliminer les agrégats protéiques qui se forment naturellement de temps en* ●●●

••• *temps. Mais il suffit d'un stress ou d'un événement traumatique pour désorganiser la machinerie cellulaire. Elle ne parvient alors plus à éliminer efficacement ces déchets protéiques, et leur accumulation au fil du temps provoque les symptômes d'une maladie neurodégénérative.* » C'est la raison pour laquelle la majorité de ces pathologies, en dehors des cas héréditaires et favorisés par une mutation d'origine familiale, mettent de longues années à s'installer. Leur progression s'accélère avec le vieillissement de l'organisme. C'est particulièrement flagrant dans le cas de la maladie d'Alzheimer.

Concrètement, l'implication des prions a des conséquences énormes. D'un point de vue préventif comme thérapeutique, c'est toute une conception de la maladie d'Alzheimer et des autres affections neurodégénératives qui est à revoir. « *Cela risque de poser de sérieuses difficultés de santé publique*, s'alarme Ronald Melki. *La propagation d'un individu à un autre n'est pas démontrée et est probablement très rare. Mais des centaines d'actes chirurgicaux sont réalisés tous les jours sur le système nerveux central. Combien ont favorisé la transmission de prions, et quelle quantité circule dans les différents tissus de nos organismes ? Nous l'ignorons.* »

Et cette ignorance risque de perdurer. Car nos connaissances ne sont pas à la hauteur des prions. Pratiquement indestructibles et quasi indécelables avant qu'ils ne s'agrègent en plaques séniles (d'où la difficulté d'intervenir très précocement), ils nécessitent des appareillages extrêmement sophistiqués – par exemple, des microscopes électroniques et des spectromètres de masse. Des appareils très coûteux qui ne peuvent être employés à autre chose et doivent donc leur être dédiés, en raison du risque infectieux que ces particules représentent. Et, par voie de conséquence, des appareils qui doivent être détruits une fois leur durée de vie atteinte. Bref, un véritable casse-tête pour leur surveillance et leur détection.

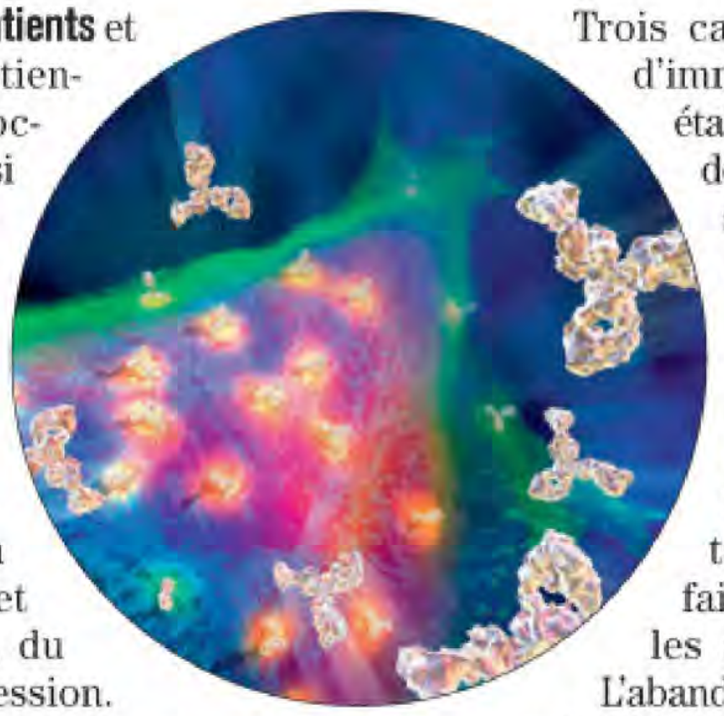
Après la crise de la vache folle, on croyait en avoir fini avec les prions pathologiques. Les chercheurs sont en train de s'apercevoir que c'est loin d'être le cas… **Hervé Ratel**

Les pistes les plus prometteuses

Deux essais cliniques en cours, un vaccin thérapeutique sans réactions néfastes à l'essai, des études sur le changement de style de vie… Les chercheurs s'efforcent de ralentir l'évolution de la maladie.

1 Des anticorps pour stimuler le système immunitaire

Chercheurs, médecins, patients et familles de malades retiennent leur souffle. En octobre, on devrait savoir si un nouveau type de thérapie anti-Alzheimer est efficace chez l'homme. Il s'agit de l'immunothérapie passive, c'est-à-dire l'injection d'anticorps au malade pour stimuler son système immunitaire et combattre la maladie, du moins freiner sa progression. « *Si les résultats sont spectaculaires, cela changera la face du monde*, affirme Bruno Dubois, directeur de l'Institut de la mémoire et de la maladie d'Alzheimer, à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris. *Ce serait l'équivalent de la découverte des trithérapies pour le traitement du sida.* » Selon le neurologue, si un traitement était disponible, on pourrait enfin envisager de proposer aux patients un diagnostic précoce, des années avant que les premiers symptômes n'apparaissent. « *En l'absence de thérapie, il n'est pour le moment pas éthique d'asséner une telle annonce.* »



Les anticorps monoclonaux, qui attaquent les cellules cancéreuses (ici, vue d'artiste), pourraient aussi fournir des médicaments contre Alzheimer.

SPL/COSMOS

Trois candidats-médicaments d'immunothérapie passive étaient en lice cet été, dont deux en phase finale d'essai clinique (phase III) testés sur plus de 6000 malades au total, soit à une marche de demander une autorisation de mise sur le marché. Une marche de taille cependant, qui a fait chuter jusqu'ici tous les autres médicaments. L'abandon d'un de ces deux finalistes, le bapineuzumab (des laboratoires Pfizer et Janssen Alzheimer Immunotherapy, filiale de Johnson & Johnson) a été annoncé le 7 août. Le traitement n'a en effet pas apporté d'amélioration cognitive significative chez les personnes traitées. Ce premier échec n'invalide pas pour autant la piste, qui reste prometteuse. Ce sont les résultats de son concurrent, le solanezumab, des laboratoires Eli Lilly, que l'on attend en octobre.

Pour rappel, un anticorps est une molécule qui détecte une cible dans l'organisme, s'y fixe, puis attire les cellules nettoyeuses (macrophages) pour qu'elles la détruisent. En immunothérapie passive, les anticorps

PATRICE LATRON/LOOKATSCIENCES

Observation au microscope électronique de neurones du cerveau d'une personne atteinte d'une maladie neurodégénérative, au Laboratoire de neuropathologie Raymond-Escourolle, (hôpital de la Pitié-Salpêtrière, Paris). A l'écran, visualisation d'une dégénérescence neurofibrillaire due à la protéine tau.

sont injectés directement au malade. A la différence de l'immunothérapie active, la vaccination, où l'on pousse l'organisme du patient à les autoproduire *(lire p. 59)*.

Les candidats-médicaments anti-Alzheimer sont composés d'anticorps monoclonaux (d'une seule sorte, d'où le suffixe MAB pour *Monoclonal Anti Bodies*) humanisés *(lire le lexique p. 52)*. Ils visent tous une seule et même cible : le peptide amyloïde-bêta 42 ou peptide A-bêta 42, l'ennemi numéro un du cerveau atteint de la maladie d'Alzheimer. Selon l'hypothèse de la « cascade amyloïde » en tout cas, la théorie la plus célèbre – et toujours d'actualité – sur l'origine de la maladie émise par John Hardy, de l'Institut de neurologie de l'University College de Londres, en 1991. Cette théorie considère que la production et l'agrégation dans le cerveau (pour une raison encore inconnue) d'une protéine des neurones, mal coupée et trop longue, le peptide A-bêta 42, est responsable des graves symptômes dont souffrent les personnes atteintes (altération des fonctions cognitives et du comportement jusqu'à la démence).

Composé de 42 acides aminés (briques élémentaires des protéines), le peptide A-bêta existe dans le cerveau sous une forme libre (monomère ou oligomère). Lorsqu'il est en trop grande quantité, il s'agrège en noyaux durs insolubles, dits plaques amyloïdes *(voir l'infographie p. 54)*. Un taux élevé de ce peptide entraînerait le dysfonctionnement cognitif du cerveau de manière directe en altérant les synapses. Mais pas seulement. Le peptide A-bêta 42 agirait aussi de façon indirecte, en stimulant, par un mécanisme à découvrir, un autre phénomène catastrophique pour le cerveau : la tauopathie.

La tauopathie est la déformation d'une protéine très importante pour les neurones, la *tubuline associated unit* (tau), qui structure les fibres émettrices des neurones (les axones). Cette déformation engendre la dégénérescence des axones et la mort des neurones. Les travaux du professeur André Delacourte *(voir* Sciences et Avenir *n° 742, décembre 2008)*, directeur de recherche à l'Inserm de Lille, ont montré, par examen de cerveaux *post mortem*, que plus la tauopathie s'étendait dans le cerveau, plus la démence de type Alzheimer était avancée chez les malades. Dans un cerveau sain, le peptide A-bêta 42 est nettoyé par les macrophages du cerveau (cellules microgliales). Dans un cerveau malade, ce système d'élimination naturelle ne suffit plus et l'organe se laisse envahir. Aussi, ces dix dernières années, a émergé l'idée de stimuler le nettoyage d'A-bêta 42 par des anticorps, afin de tenter de neutraliser ses effets toxiques. Les premières tentatives de vaccination ont démontré le potentiel d'une telle thérapie, mais ont aussi provoqué de graves effets indésirables *(lire p. 59)*. C'est pourquoi une alternative, utilisant des anticorps de synthèse pour éviter les effets secondaires graves, a semblé plus prometteuse car plus sûre.

En théorie, une fois injectés dans l'organisme par voie sanguine, les anticorps monoclonaux doivent traverser la barrière entre le sang et le cerveau, se fixer sur les peptides A-bêta 42 et stimuler les macrophages du cerveau pour qu'ils viennent les détruire. Ils doivent aussi exfiltrer les peptides A-bêta toxiques hors du cerveau, dans le plasma, pour être éliminés par le foie. Nettoyer ainsi le cerveau devrait ralentir, voire stopper, la neuro- ●●●

●●● dégénérescence et l'évolution de la démence. Ce que les chercheurs espèrent en tout cas.
Pourquoi tester différents anticorps monoclonaux pour une même mission ? En fait, ils ne ciblent pas exactement la même partie d'A-bêta 42. Ça n'a l'air de rien, mais cela change la stratégie d'attaque. Le bapineuzumab visait les cinq acides aminés situés à l'extrémité N-terminale du peptide. Alors que le solanezumab, lui, est dirigé contre neuf acides aminés de la partie centrale. « *Le bapineuzumab tend à se lier davantage à l'extrémité des peptides, partie plus accessible lorsqu'ils s'agrègent en plaques amyloïdes*, explique Stefanie Prozoud, responsable de la communication des laboratoires Eli Lilly. *Alors que le solanezumab, se liant au centre de la protéine, vise en priorité les peptides disponibles sous forme libre.* » Cette différence de point d'ancrage pourrait bien avoir une incidence sur l'efficacité du traitement.
On touche ici à l'une des questions les plus actuelles : Quelle est la forme la plus toxique du peptide A-Bêta, pour la combattre en priorité ? « *Est-ce la forme solide que l'on retrouve dans les plaques amyloïdes, ou la forme oligomère isolée ?* résume Philippe Amouyel, directeur de l'unité Inserm Santé publique et épidémiologie moléculaire des maladies liées au vieillissement, à l'Institut Pasteur de Lille, et directeur général de la fondation Plan Alzheimer. *On a tendance à penser aujourd'hui que les plus toxiques seraient plutôt les oligomères solubles.* » Et ce, parce qu'il existe une forte corrélation entre le taux d'oligomères A-bêta 42 dans le cerveau et la progression des symptômes de la maladie.
Plus étonnant encore, « *les dernières découvertes scientifiques laissent même penser que la plaque amyloïde pourrait être protectrice*, précise Philippe Amouyel. *Elle serait un moyen d'autodéfense pour bloquer la prolifération de peptides A-bêta libres en les stockant sous forme de petits paquets insolubles.* » Conséquence logique : « *Les anticorps monoclonaux visant davantage les oligomères pourraient donc être* a priori *plus efficaces que ceux visant plus directement les plaques amyloïdes.* » Le solanezumab, en d'autres termes.
Comme pour lui donner raison, le bapineuzumab a été disqualifié en août. « *La nouvelle est très décevante*, commente Philippe Amouyel. *L'essai a été arrêté en raison de l'absence d'impact sur les critères primaires qui étaient cliniques (amélioration cognitive des patients). En revanche, les auteurs ont enregistré une série de variables biologiques (taux plasmatiques de peptide A-bêta, de protéine tau, et tau phosphorylée et radiologiques (tomographie par émissions de positions et marqueurs d'amyloïde) qui permettront de voir – lorsqu'ils seront publiés – si le produit a néanmoins un effet subclinique (effet clinique très atténué).* »
Tous les espoirs se reportent donc sur le solanezumab. Lors de l'essai de phase II, mené en 2010, l'anticorps n'avait pas apporté aux patients d'amélioration cognitive significative sur la courte durée du test (trois mois). En revanche, il avait été observé une augmentation de la concentration de peptides A-bêta 42 libres dans le plasma et le liquide céphalorachidien (liquide biologique présent dans le cerveau et la moelle épinière prélevé par ponction lombaire), signe que le solanezumab attirait bien les

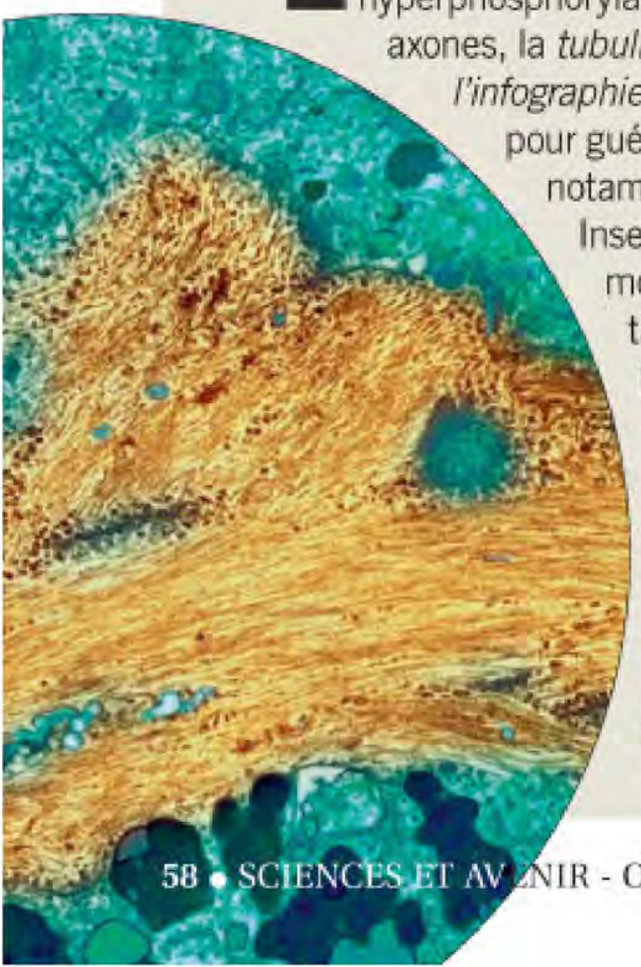
Solanezumab

Essai de phase II (2010)
52 patients atteints d'un Alzheimer modéré ont reçu respectivement 100 ou 400 mg hebdomadaires ou mensuels durant douze semaines.
Effet secondaire : pas d'œdème cérébral.
Résultats : augmentation de la concentration de peptides A-bêta libres dans le plasma et le liquide céphalorachidien, signe d'un « nettoyage ».

Phase III (2012)
Expedition et **Expedition 2** : 2000 patients de plus de 55 ans, Alzheimer léger à modéré, ont reçu chacun une dose mensuelle de 400 mg pendant dix-huit mois. Résultats annoncés en octobre.

Des souris guéries grâce à des anticorps anti-tau

La dégénérescence des neurones dans la maladie d'Alzheimer est due à la tauopathie, c'est-à-dire l'hyperphosphorylation d'une protéine de structure des axones, la *tubuline associated unit* (tau) *(voir l'infographie p. 54)*. Et si on éliminait la tauopathie pour guérir le cerveau ? L'idée fait son chemin, notamment au CHRU de Lille, dans l'équipe Inserm de Luc Buée. Des anticorps monoclonaux *(lire le lexique p. 52)* anti-tau ont été injectés à des souris transgéniques de 3 mois qui développent une tauopathie. Résultats spectaculaires : *« Normalement, les premiers signes de la maladie surviennent dès l'âge de 3 mois, culminant vers 6-7 mois,* précise Luc Buée. *Or, à l'issue de notre expérience, les symptômes de neurodégénérescence ont été réversibles chez les souris de 7 mois, qui se sont comportées au niveau cognitif (mémoire) comme des souris saines. »* Autre approche, une protéine baptisée FKBP52, naturellement très abondante dans le cerveau, protégerait de la tauopathie. En se fixant sur la tau normale, elle empêcherait son hyperphosphorylation. Une étude, menée par Julien Giustiniani de l'unité Inserm 788 du CHU du Kremlin-Bicêtre (Val-de-Marne) a, cette année, montré un déficit important de cette FKBP52 dans des cerveaux atteints de tauopathie. Auparavant, les travaux d'Etienne-Emile Baulieu, directeur de l'unité, et de sa collègue Béatrice Chambraud, avaient montré sur des neurones *in vitro*, que la FKBP52 se liait spécifiquement à la protéine tau surtout dans sa forme pathogène. L'enjeu est double. La diminution du taux de la FKBP52 dans le liquide céphalorachidien d'un individu pourrait devenir un outil de diagnostic précoce. A plus long terme, favoriser la liaison entre FKBP52 et tau pourrait renforcer l'action protectrice. **E. S.**



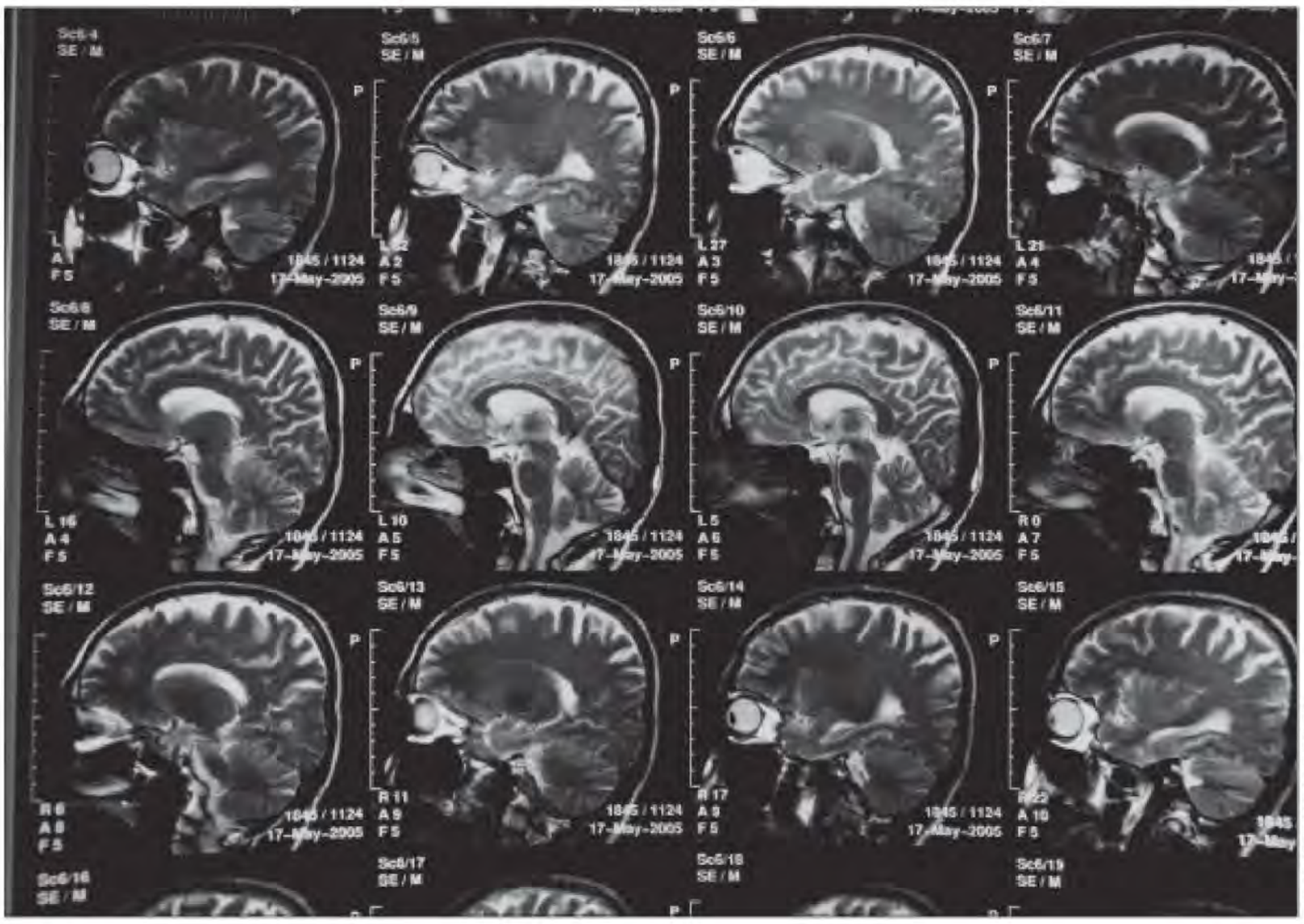
Tissu cérébral montrant une agrégation (jaune) d'axones de neurone composée de microtubules associés à la protéine tau (jaune), dans le cytoplasme (vert).

NOMIR/SPL/PHANIE

peptides hors du cerveau, favorisant ainsi leur élimination.

Si, en octobre, les résultats sont positifs, ce traitement sera le premier à parvenir à ralentir le déclin cognitif et fonctionnel des patients atteints par la maladie. « *Nous aurons alors trouvé la pelote dont il faudra tirer le fil*, affirme Bruno Dubois. *Il faudra ensuite élaborer de nouveaux essais cliniques plus précoces avec des patients débutants, prodromaux (prédémentiels) pour amplifier le résultat.* »

Si c'est un échec, l'hypothèse de la cascade amyloïde en prendra un sacré coup. « *Ce sera un choc brutal pour la communauté scientifique qui devra réviser sa copie, réfléchir alors à de nouvelles théories* », poursuit Philippe Amouyel. Mais déjà le chercheur anticipe. « *La question qui va émerger immédiatement sera : a-t-on donné le traitement suffisamment tôt ?* » Beaucoup pensent, en effet, que lorsque les premiers symptômes surviennent, trop de dommages se sont déjà produits dans le cerveau pour qu'un traitement soit efficace. Bruno Dubois confirme : « *Désormais, la communauté scientifique s'accorde sur le fait que le secret du traitement serait d'être administré le plus tôt possible, avant même les premiers symptômes, chez les personnes présentant des biomarqueurs positifs de la maladie* (lire l'encadré p. 61). »



T. HEISLER/THE NYT/REDUX/REA

Pour vérifier cette hypothèse, un essai unique au monde, de prévention, a été lancé en mai par les Instituts nationaux de la santé (NIH) américains, le Banner Alzheimer's Institute (BIA) (Etats-Unis), l'université d'Antioquia (Colombie) et la firme Genentech. 300 membres d'une même famille colombienne vont recevoir un traitement d'immunothérapie passive, à base de crenezumab, le troisième anticorps monoclonal anti-A-bêta en course. Les sujets traités ne sont pas malades, jouissent de toutes leurs facultés cognitives, mais devraient développer une maladie d'Alzheimer du fait de leurs antécédents génétiques. Ils ont, en effet, en commun une mutation rare sur le gène codant pour une protéine (la préséniline 1), entraînant inexorablement l'apparition d'une maladie d'Alzheimer précoce à environ 45 ans. Cet essai donnera de bonnes indications sur l'efficacité d'une prévention précoce. Résultats dans cinq ans. **E. S.**

Scanner du cerveau d'un Colombien atteint d'Alzheimer. Comme ses frères, il a contracté la maladie vers 40 ans. Les autres membres de la famille vont recevoir un traitement préventif expérimental.

2 Un vaccin pour détruire les plaques amyloïdes

Un vaccin thérapeutique contre la maladie d'Alzheimer ? Il permettrait de faire le grand ménage dans le cerveau, en stimulant tout le système immunitaire du patient contre les ennemis qui l'assaillent. Il déclencherait notamment une attaque contre les fameux peptides A-bêta neurotoxiques, accusés d'être à l'origine de la maladie *(voir l'infographie p. 54)*. En juin, l'Institut Karolinska, en Suède, en collaboration, entre autres, avec l'université de Bordeaux a annoncé, dans une publication du *Lancet Neurology*, avoir réussi son premier essai clinique préliminaire.

Le candidat-vaccin, baptisé CAD106 (des laboratoires Novartis), a été testé pendant un an sur 58 personnes de 50 à 80 ans atteintes d'une maladie d'Alzheimer légère à modérée. Selon les auteurs, il a déclenché effectivement une réponse immunitaire chez 73 % des sujets vaccinés et, surtout, a été bien supporté par l'organisme. Un premier essai avait été lancé en 1999, avec le vaccin AN1792 (des laboratoires Elan et Wyeth), sur 360 patients. Il était composé d'un peptide A-bêta de synthèse entier (muni de ses 42 acides aminés), associé à un adjuvant. Injecté dans l'organisme, il devait déclencher une réponse immunitaire générale contre le peptide. Une réponse de deux types. En effet lorsqu'un agent étranger (ici, le vaccin) pénètre dans l'organisme, des cellules productrices d'anticorps s'activent, attirant les macrophages sur la cible et/ou des cellules « T » qui attaquent elles-mêmes l'intrus.

De fait, l'AN1792 a bien fait son office. L'analyse du cerveau de patients décédés (d'une autre cause que la maladie) a révélé une réduction des dépôts de peptides A-bêta. Autre signe encourageant, les patients ayant répondu positivement au vaccin présentaient une diminution de la concentration de protéine tau anormale (impliquée dans la neurodégénérescence) dans leur liquide céphalorachidien. Mais aussi, ●●●

P. ALLARD/REA

Injection d'un vaccin thérapeutique à une souris OGM atteinte de la maladie d'Alzheimer, à l'hôpital Saint-Antoine, à Paris.

●●● et surtout, le déclin fonctionnel et la dépendance des patients vaccinés ont été réduits par rapport au groupe placebo. « *Ces résultats montrent les bénéfices potentiels de la vaccination pour ralentir la progression de la maladie* », affirme Bengt Winblad, coauteur de l'étude de l'Institut Karolinska. Mais voilà, chez 6 % des patients vaccinés, le produit a déclenché une inflammation du système nerveux central, des méningo-encéphalites. Du coup, en 2002, l'essai clinique a été définitivement arrêté. Le suspect numéro un ? Les cellules T car on sait que dans certaines conditions, elles peuvent engendrer des réactions neuro-inflammatoires, ce qui est le cas dans la sclérose en plaques.

Le nouveau candidat-vaccin CAD106 entend éviter l'écueil. Il contient seulement un très court fragment du peptide A-bêta, conçu pour ne pas induire de réponse T. Dans le premier essai, l'injection a bel et bien provoqué la production d'anticorps anti-A-bêta sans pour autant recruter de cellules T. 97 % des patients ont rapporté des effets indésirables mineurs (nasopharyngite, érythème, fatigue, maux de tête, etc.). Neuf cas d'effets indésirables sérieux ont été déplorés, mais sans lien avec le traitement, selon les auteurs.

Même si, par des essais plus larges, il reste à prouver que ce nouveau vaccin a un réel intérêt thérapeutique, selon l'équipe du Karolinska, c'est un véritable nouvel espoir. Un engouement que certains chercheurs tempèrent. « *Je reste sceptique sur les potentialités de ces approches s'appuyant sur les anticorps comme seuls effecteurs immunitaires*, déclare Pierre Aucouturier, immunologiste, directeur du Laboratoire système immunitaire et maladies conformationnelles (Inserm) de l'hôpital Saint-Antoine, à Paris. *Les cellules T ont été, à notre avis, beaucoup trop vite disqualifiées.* » Et de faire remarquer que certaines cellules T pourraient être neuroprotectrices. « *Avec Guillaume Dorothée, chercheur à l'Inserm, nous travaillons sur un type particulier de cellules T qui semblent avoir un effet favorable sur la maladie*, explique-t-il. *L'élimination de ces cellules accélère le développement de la pathologie chez la souris. Nous essayons donc actuellement de stimuler ces cellules dans l'espoir de ralentir l'évolution de la maladie.* »

En attendant, l'Institut Karolinska a déjà lancé son prochain essai clinique de phase II. **E. S.**

3 Changer le mode de vie pour retarder la démence

On pourrait repousser l'apparition des symptômes de la maladie d'Alzheimer. Tel est le message optimiste que délivre, entre autres, Judes Poirier, professeur de médecine et de psychiatrie à l'université McGill, à Montréal, dans son ouvrage *La Maladie d'Alzheimer, le guide*. Un enjeu de taille car, selon l'étude Paquid (menée par Jean-François Dartigues, de l'université Victor-Segalen-Bordeaux-II) ayant suivi 4134 sujets depuis 1988, la maladie d'Alzheimer touche aux trois quarts les personnes âgées de plus de 80 ans (13 % des malades), 85 ans (21 %) et 90 ans (40 %). De ce fait, retarder la maladie peut vouloir dire l'éviter : « *Si l'on retardait actuellement de cinq ans l'apparition des symptômes, il y aurait moitié moins de gens atteints en moins d'une génération*, note Judes Poirier. *Un report de dix ans diminuerait la prévalence de 90 % !* » Et d'ajouter : « *Cela est théoriquement possible grâce à la connaissance des facteurs de risques et de protection.* »

En effet, hormis la loterie génétique qui joue une part importante et inéluctable *(lire l'encadré ci-dessous)* dans la survenue de la maladie, sept facteurs de risques – modifiables ceux-là – sont aujourd'hui identifiés. Leur pourcentage a même été évalué, par l'équipe de Deborah Barnes, chercheuse au San Francisco Medical Center, aux Etats-Unis. Selon ses travaux (*The Lancet Neurology*, juin 2011), les personnes à bas niveau d'éducation auraient, d'après ses statistiques, 19 % de risque en plus de développer la maladie que les autres. Les facteurs suivant sont le tabagisme (14 %), l'inactivité physique (13 %), la dépression (11 %), l'hypertension en milieu de vie (5 %) et enfin l'obésité et le diabète en milieu de vie (2 %). Conséquences ? « *De simples changements de modes de vie comme accroître son activité physique ou arrêter de fumer peu-*

Les 7 facteurs de risque

- Le faible niveau d'instruction (19 %)
- Le tabagisme (14 %)
- L'inactivité physique (13 %)
- La dépression (11 %)
- L'hypertension artérielle (5 %)
- L'obésité (2 %)
- Le diabète (2 %)

ELISABETH SCHNEIDER/LOOKATSCIENCES

vent avoir un énorme impact dans les préventions de la maladie d'Alzheimer et des autres démences », affirme Deborah Barnes. De son côté, la chercheuse Laura Fratiglioni, de l'Institut Karolinska, en Suède, a analysé la cohorte dite du projet Kungsholmen (un quartier de Stockholm), composée de 1810 personnes de 75 ans, suivie de 1987-1989 jusqu'en 2000. Tous les trois ans, les sujets survivants ont subi des examens multiples. Les résultats corroborent ceux de l'étude Paquid : un haut niveau d'éducation est un facteur protecteur. Mais aussi les activités physique, cognitive et sociale, l'alimentation (notamment une supplémentation en acides gras) et une consommation de vin modérée. Hypothèses : ces facteurs protégeraient le cerveau en augmentant la réserve cognitive (capacité du cerveau à compenser des lésions pathologiques) et/ou en améliorant l'irrigation vasculaire.

Reste à démontrer que changer de mode de vie retarde effectivement l'apparition de la maladie. Sherry Willis, de l'université du Texas, aux Etats-Unis, a suivi 2832 sujets âgés de 73,6 ans en moyenne, vivant à leur domicile. Trois groupes ont bénéficié d'un entraînement cognitif (exercices de mémoire, de raisonnement ou de rapidité de procédure) tandis qu'un quatrième groupe n'a rien fait. Bilan : au bout de cinq ans, les participants des trois groupes actifs avaient moins de difficultés pour les activités instrumentales de la vie courante (utilisation du téléphone, gestion de son budget, etc.) que le groupe témoin. Cependant, seul l'effet mesuré dans le groupe « raisonnement » était significatif. Par ailleurs, le déclin cognitif constaté globalement entre la troisième et la cinquième année était considérablement accéléré dans le groupe inactif.

Séance de gymnastique chinoise (tai-chi) pour malades d'Alzheimer, à l'hôpital Notre-Dame-du Bon-Secours, à Paris.

La tête n'est pas la seule à devoir s'activer. Nicola Lautenschlager, ●●●

Le génome permet d'évaluer le risque

Qui risque de développer une maladie d'Alzheimer ? Les chercheurs peuvent apporter une réponse avant même les premiers symptômes, par l'analyse du génome. Des mutations génétiques rares sur les gènes APP, préséniline 1 ou 2, entraînent, en effet, le développement de la maladie entre 30 et 65 ans. Il s'agit alors de la forme familiale d'Alzheimer, rare (moins de 2 % des cas). D'autres mutations plus fréquentes sur une trentaine de gènes augmentent, elles, le risque de développer la maladie de forme commune (98 % des cas), après 65 ans. Le gène associé au risque le plus élevé étant l'APOE 4. Pour évaluer ce risque, des tests génétiques sont déjà commercialisés, mais nettement déconseillés, sauf dans le cadre de protocoles de recherche. « *Nous décourageons formellement le recours à ces tests sans un encadrement très serré du patient par des médecins compétents* », affirme Judes Poirier *(lire p. 62)*. A cause du risque de réaction catastrophique du patient, de discrimination mais aussi en raison de la marge d'erreur possible. « *La situation serait tout autre si nous avions un traitement efficace.* » Un autre examen pratiqué pour la recherche, le tep amyloïde, révèle la présence de plaques amyloïdes dans le cerveau. Il est aussi à prendre avec prudence, car selon des analyses *post mortem*, seuls 20 % des « amyloïdes positifs » développeront la maladie. **E. S.**

QUESTIONS AU **PR JUDES POIRIER** Directeur adjoint du Centre d'études sur la prévention de la maladie d'Alzheimer, Institut de santé mentale Douglas de Montréal, au Québec

« Nous allons tester trois médicaments sur des volontaires à risque »

Croyez-vous qu'il soit possible de prévenir la maladie d'Alzheimer ?
Nous n'avons pas le choix. Il faut agir en amont. C'est cette étape que nous devons maintenant franchir. Tout ce que nous avons tenté jusque-là, les médicaments, les essais vaccinaux, a échoué. Aujourd'hui, quand le diagnostic est posé, il est déjà trop tard pour stopper ou renverser la neurodégénérescence. Et quand on tente d'intervenir, on fait trop peu. Nous savons qu'à ce stade, les pertes neuronales, au sein des zones impliquées dans la mémoire et l'apprentissage, sont déjà très importantes. Il est alors impossible de revenir en arrière car les neurones ne se renouvellent pas. Voilà pourquoi il faut agir préventivement. Et que nous avons mis en place à l'Institut Douglas le programme Prévenir-Alzheimer, 15 millions de dollars *[12 millions d'euros]*, dans le cadre d'un partenariat public privé. C'est une première au Canada.

DR

Comment allez-vous travailler ?
Nous avons renforcé nos équipes en faisant venir un spécialiste international renommé sur ces questions, le Dr John Breitner, de l'université Washington, à Seattle. Nous allons suivre pendant huit à dix ans environ 500 volontaires, tous en bonne santé, âgés de plus de 55 ans, sans troubles cognitifs et qui ont un parent atteint. Trois groupes, avec chacun un médicament différent, seront constitués.

Quels sont les médicaments que vous allez tester ?
Pour le premier groupe, ce sera un anti-inflammatoire de prescription courante, le naproxène, qui a déjà été étudié par le Dr Breitner. Il avait noté que des personnes sans risque familial mais qui prenaient cet anti-inflammatoire pour de l'arthrose présentaient moins de démences. Une observation que nous souhaitons confirmer dans notre cohorte.

Et les deux autres médicaments ?
Un anti-cholestérol qui agit en augmentant la production de protéine liée au gène apolipoprotéine E4, l'un des principaux facteurs de risque de la maladie. Et aussi de l'insuline, par voie nasale, car des travaux à Seattle, aux Etats-Unis, ont mis en évidence son intérêt. Elle retarde de quelques mois la progression des symptômes.

Comment suivrez-vous vos patients volontaires ?
Nous pratiquerons des imageries cérébrales sophistiquées, associées à des analyses de liquide céphalorachidien dosant des marqueurs potentiels d'évolution de la maladie. Sans oublier une évaluation neuropsychologique fine de la mémoire. Si des déficits cognitifs légers apparaissent, il sera possible d'y rajouter des techniques dites de remédiation cognitive. Cette thérapie assistée par ordinateur permet de stimuler les habiletés cognitives nécessaires aux tâches quotidiennes.

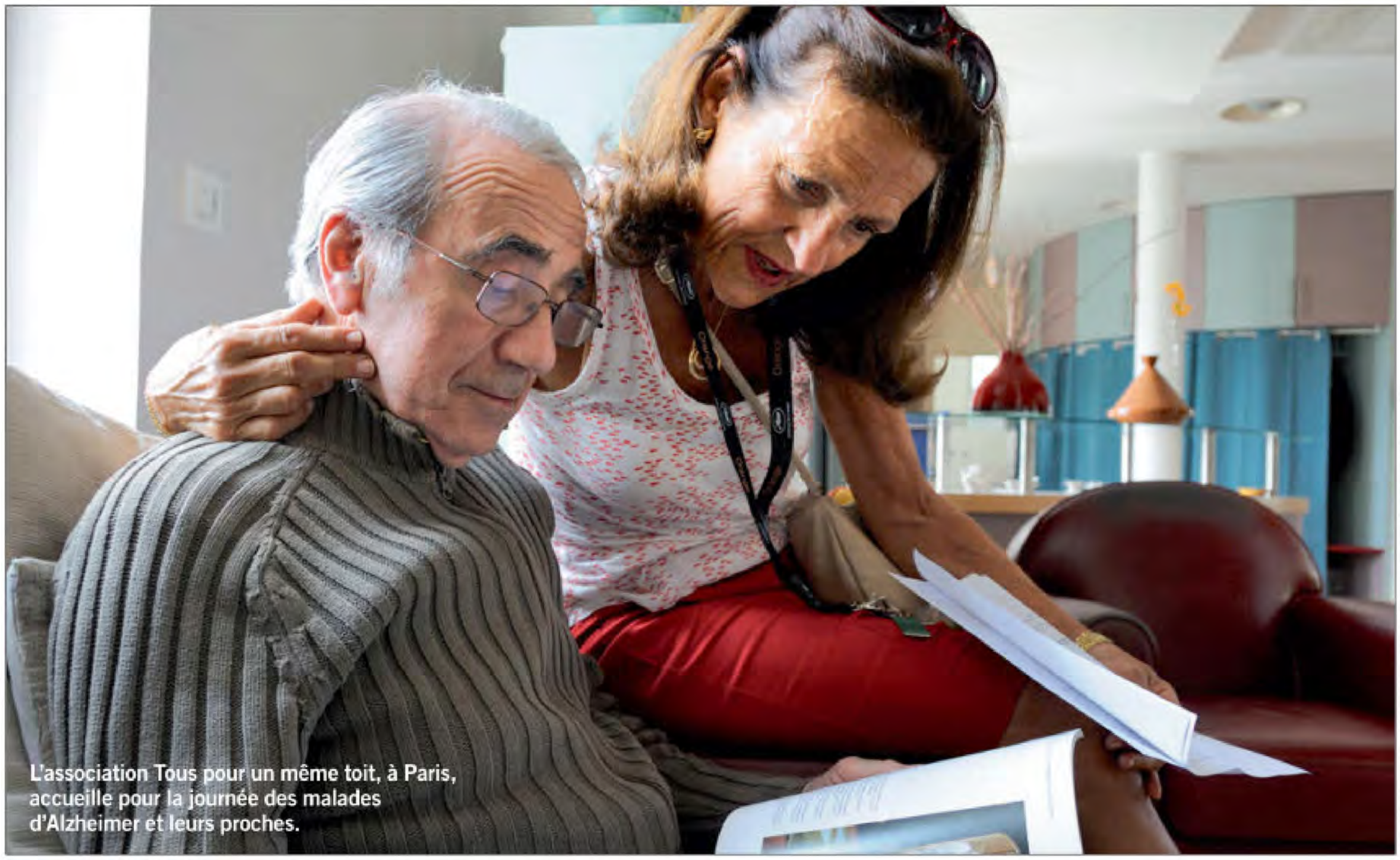
Pourquoi avoir choisi de privilégier la piste des médicaments ?
L'expérience montre qu'avec le temps, les patients abandonnent régime alimentaire, entraînement physique et cérébral. Ils préfèrent prendre un médicament. Nous espérons en identifier au moins un capable de retarder, de quelques mois ou de quelques années l'apparition des premiers signes de la maladie. Ce serait déjà fantastique !

Propos recueillis par S. R.-M.

●●● de l'université de Melbourne (Australie), a enrôlé 170 volontaires (âge moyen : 68,9 ans) se plaignant de troubles de la mémoire, et leur a fait faire de l'exercice, pour un groupe du moins, à raison de 150 minutes de marche par semaine pendant six mois. A la fin de l'étude (résultats publiés dans *Jama*, en 2008), le groupe entraîné a obtenu un meilleur score aux tests cognitifs. Mieux, cet effet positif s'est maintenu au-delà de douze et dix-huit mois ! *« Cet essai est le premier à démontrer que l'exercice peut améliorer les fonctions cognitives des adultes à risque »*, conclut Nicola Lautenschlager.

En ce qui concerne la supplémentation nutritionnelle, *« il y a beaucoup d'études contradictoires*, affirme Sophie Gillette, chercheuse au Gérontopôle de Toulouse. *Mais on peut affirmer aujourd'hui qu'une alimentation riche en vitamines B6, B9 et B12, en antioxydants ou en acides gras Oméga 3 fait baisser l'incidence du déclin cognitif et la maladie d'Alzheimer. »*

Au final, l'association exercice physique, exercice mental et une bonne nutrition serait-elle le ticket gagnant ? Pour le vérifier Sophie Gillette et l'équipe du Gérontopôle, sous la houlette du Pr Bruno Vellas, a mis sur pied l'étude MAPT (Multidomain Alzheimer Preventive Trial). Au total, 1680 personnes, âgées d'au moins 70 ans, dites fragiles (se plaignant de troubles de la mémoire et/ou une lenteur à la marche et/ou des difficultés dans les tâches quotidiennes) recrutées dans 13 centres en France entre 2008 et 2011, sont suivis pendant trois ans en quatre groupes. Les groupes 1 et 2 suivent des ateliers collectifs hebdomadaires comportant quarante-cinq minutes de stimulation cognitive, des recommandations nutritionnelles et d'activité physique (trente minutes de marche par jour). Le groupe 2 reçoit en plus un complément nutritionnel à base d'oméga 3. Le groupe 3 ne reçoit, lui, que le complément nutritionnel alors que le groupe 4 (témoin) ne bénéficie d'aucune intervention. Si les résultats, attendus en 2014, sont positifs le Gérontopôle entend en tirer des recommandations. Autant dire un futur vrai programme de protection pour les seniors. **E. S.**



L'association Tous pour un même toit, à Paris, accueille pour la journée des malades d'Alzheimer et leurs proches.

REPORTAGE PHOTO : ELISABETH SCHNEIDER/LOOKATSCIENCES POUR SCIENCES ET AVENIR

L'accompagnement sur mesure : un facteur clé

La prise en charge des patients permet de retarder l'hospitalisation. Reportage dans une structure pilote qui accueille les malades et leurs proches.

Ce matin, la température est douce, le soleil déjà chaud. Mais Jeanne (1), 82 ans, a enfilé son manteau de fourrure et superposé plusieurs pulls sous sa veste de laine. L'ambulancier qui est allé la chercher à son domicile et l'accompagne dans les locaux de l'association Tous sous un même toit (TSMT) (2), dans l'enceinte de l'hôpital Notre-Dame-de-Bon-Secours, à Paris, lui fait doucement remarquer qu'elle va peut-être avoir un peu chaud. Elle vient en effet pour son cours hebdomadaire de tai-chi. Paraissant absente, Jeanne ne répond pas mais finit par ôter son manteau.

A petits pas, elle se dirige vers la table dressée du petit déjeuner où attendent d'autres participants. Dans cette association, hébergée dans un bâtiment de trois étages au logo évocateur – le toit d'une maison qui rayonne –, on est comme à la maison ou presque. Cette structure originale destinée aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer et à leurs proches se présente comme un guichet unique vis-à-vis de cette affection complexe. Sa particularité ? Tous ses professionnels (gériatre, ergothérapeute, psychologue, psychomotricien, art-thérapeute, auxiliaires de vie, assistante sociale...), une dizaine de personnes au total, sont réunis en un seul et même lieu. Idéal pour appréhender les étapes de la maladie et coordonner les actions selon le degré d'urgence et la situation de chacun. « *En raison de la multiplicité des interlocuteurs, il est souvent difficile d'harmoniser les réponses apportées aux familles*, précise Nzhate Boungzate, coordinatrice administrative. *Ce guichet unique inséré dans la filière gériatrique locale nous permet de travailler efficacement en réseau.* » Créé en 2007, TSMT prend en charge environ 100 nouveaux patients par an, tous résidant dans les XIII^{e} et XIV^{e} arrondissements de la capitale et quelques communes limitrophes du sud de Paris.

Jeanne a accepté le café que lui propose, souriante, Kadija, l'auxiliaire de vie qui encadre, avec une psychomotricienne ●●●

●●● et une stagiaire psychologue, le groupe des sept participantes. Agées de plus de 80 ans, toutes sont atteintes d'une maladie d'Alzheimer à un stade encore léger et vivent à leur domicile, seules ou avec leurs proches. Le thé au gingembre infuse en attendant l'arrivée de Sandra, la professeure de tai-chi. Pendant plus d'une heure, les participantes enchaînent alors les mouvements de gymnastique chinoise. Et si certaines oublient parfois le prénom de Sandra ou bien hésitent sur le jour exact de la semaine, à un moment, toutes, sans exception se mettent néanmoins, de mémoire et sans erreur, à compter de 1 à 10 en chinois.

Hier, la matinée était musicale. Demain, un atelier peinture est prévu. Du lundi au vendredi, de 9 h 30 à 16 h, des activités sont proposées à l'accueil de jour, avec une participation financière, de 17 à 60 € par jour en fonction des revenus. Objectif : stimuler les patients, sans les mettre en échec, afin de ralentir leurs pertes cognitives. Et donner un peu de temps libre aux proches. Deux heures par mois, les patients peuvent aussi se rendre dans un café des environs visiter une exposition..., des sorties culturelles animées par des bénévoles formés à l'accompagnement des malades par des associations spécialisées toutes présentes ici (3).

Le parcours pour arriver à TSMT est classique. Tout commence par un coup de téléphone du médecin traitant, du neurologue, de la famille, voire d'un gardien d'immeuble, signalant une personne en difficulté, l'association intervenant de manière préventive dans le quartier. « *Nous sensibilisons les bailleurs sociaux à toute modification de comportement d'un locataire âgé ou encore à un laisser-aller vestimentaire, une boîte à lettres non vidée* », détaille la coordonnatrice. Mobile, l'équipe peut intervenir à domicile et analyser la situation sur place. « *Nous établissons ensuite un parcours de soins personnalisé pour mettre en place un projet de vie* », précise le Dr Florence Bonté, gériatre, responsable de l'hôpital de jour, et intervenante à la consultation mémoire de l'hôpital Saint-Joseph, tout proche. Lors de son admission à TSMT, chaque nouveau patient est vu par elle. Si la maladie évolue et que le seul accueil n'est plus suffisant, elle les suivra ensuite – gratuitement – à l'hôpital de jour. « *Nous pratiquons du sur-mesure*, résume Nzhate Boungzate. *Tout en tenant compte de l'évolutivité capricieuse de la maladie, des souhaits du patient.* » En pratique, cela signifie de jongler de façon souple entre sécurité, liberté, éthique… « *Le problème aujourd'hui, c'est qu'entre l'accueil de jour et la maison de retraite, il n'y a souvent pas grand-chose de proposé* », pointe Catherine Piot, directrice d'un établissement d'hébergement pour personnes ●●●

INTERVIEW **CATHERINE BERGERET-AMSELEK** Psychanalyste, membre de la Société de psychanalyse freudienne, présidente du colloque La Cause des aînés, dont *Sciences et Avenir* est partenaire

« Changer le regard sur le vieillard »

La maladie d'Alzheimer fait très peur. Comment rassurer une population vieillissante ?

C'est vrai que beaucoup de gens nous disent « *je n'ai pas peur de la mort* », mais « *j'ai peur de finir avec une maladie d'Alzheimer* ». Il arrive aussi que les proches d'un malade aient honte et le cachent. Cette maladie est taboue et les gens la fuient. Ce qu'il faut en premier lieu, c'est que les médecins sachent s'y prendre lors de l'annonce de la maladie. Il s'agit d'un diagnostic dur, qui met en jeu une évolution psychique, voire un pronostic vital. On ne doit pas le faire en regardant son ordinateur ou en rangeant des papiers, on parle à un être humain.

DR

Que dire aux patients ?

Il faut respecter le tempérament de la personne, et ses défenses. Certains ne sont pas prêts ni ne veulent entendre ce diagnostic d'Alzheimer. Cela s'appelle le déni. D'autres, à l'opposé, ont besoin de l'entendre : « *Je me doutais que j'avais cette maladie* », « *Je sais que je vais tout oublier* ». Il faut donc comprendre à qui on a affaire, quel est le milieu social de la personne, si elle est entourée ou non… Les étudiants en médecine doivent ainsi apprendre aujourd'hui à travailler avec des personnes vulnérabilisées, à leur accorder du temps. Un diagnostic grave peut être dit doucement, les yeux dans les yeux, en rappelant à la personne qu'elle n'est pas perdue pour autant. Qu'il y a beaucoup de solutions pour s'en sortir, et qu'elle reste une personne.

Comme jadis, a été clamé « Le bébé est une personne » ?

Notre colloque La Cause des aînés est justement un clin d'œil à « La cause des bébés » que défendait ce formidable documentaire des années 1980 *Le Bébé est une personne*, suivi dix ans plus tard de *Le Bébé est un combat*, par le grand journaliste Bernard Martino. Je pense qu'aujourd'hui on pourrait faire le film *Le Vieillard est une personne* et *Vieillir est un combat*. Même si 80 % des personnes âgées vont bien et que vieillir n'est pas une maladie, après 80 ans, les questions concernant « le temps qui reste » sont en effet cruciales. Une des hypothèses les plus intéressantes, selon moi, c'est qu'il y a des modes

CREDIT

Gériatre, psychologue, psychomotricien, ergothérapeute, assistante sociale : une dizaine de spécialistes sont réunis dans un même lieu. L'accueil de jour spécialisé pour personne atteinte d'Alzheimer propose, avec l'association Tous sous un même toit, diverses activités pour les malades : musique, chant, peinture.

d'entrée dans les maladies démentielles qui sont bien souvent dues à un syndrome dépressif. Dans un climat de racisme anti-âge où le vieillard perd son statut d'adulte, est mis à l'écart en maison de retraite, certains baissent les bras. Comme le dit le psychiatre Jean Maisondieu, ces maladies permettent alors d'ériger un voile de fumée pour éviter de voir cette question du temps qui reste.

Les neurologues mettent plutôt en avant telle ou telle protéine, voire le prion, comme cause biologique de la maladie…

Chacun a un bagage héréditaire différent et les fragilités biologiques ne sont effectivement pas les mêmes chez tous. Mais il ne faudrait pas réduire la maladie d'Alzheimer à une maladie neurologique, soit dans ses causes, soit dans son évolution. A partir de 60-70 ans jusqu'au tournant des 80 ans, avec le changement de statut social, le changement de rapport au corps et au temps sans précédent, il y a risque de crise existentielle, cataclysmique pour certains. Avec somatisation brutale : des cancers qui dormaient depuis longtemps se réveillent, des maladies dégénératives, Parkinson, Alzheimer etc., s'installent. Le choc d'une opération peut aussi être révélateur de maladie, voire d'une décompensation psychique grave.

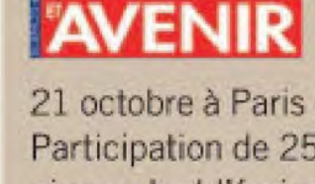
Quels conseils donnez-vous ?

A partir du moment où l'annonce de la maladie a été faite, il faut maintenir l'environnement familial et social, ne pas faire la bêtise de propulser la personne dans un établissement spécialisé sans préparation, il faut orienter vers des ateliers-mémoire et des lieux de soin dignes de ce nom.

En juin, s'est tenu le procès d'un homme de 70 ans qui avait fini par tuer sa femme atteinte d'Alzheimer. Comment aider les proches qui se sentent souvent très seuls ?

Quand on est « aidant familial » – autrement dit quand on vit avec quelqu'un qu'on aime, qui est malade et qu'on trouve normal d'aider –, il y a effectivement une limite. Le chagrin, la peur, la fatigue, sont lourds à porter. Il faut que ces aidants soient eux-mêmes aidés. Je me souviens qu'en 1975, Simone Veil avait lancé l'« Opération pouponnière », avec un décret qui doublait le nombre de soignants auprès des bébés. Aujourd'hui, il y a un nouveau combat politique à mener. On pourrait lancer l'opération « Vieillesse plus » ou « Bien vieillir » et mettre en place des dispositifs psychosociaux avec beaucoup plus de soignants mieux formés. Mais pour cela, il faut aussi changer le regard et les mentalités sur le temps qui passe et le vieillissement.

Propos recueillis par Dominique Leglu



« La Cause des aînés II», « Pour vieillir autrement et mieux », deuxième colloque portant ce titre, 5e colloque de la série **« Les âges de la vie »**, aura lieu les 20 et 21 octobre à Paris (Espace Reuilly). Participation de 25 intervenants de haut niveau dont l'écrivain Stéphane Hessel, la psychologue Marie de Hennezel, la présidente de la Fondation nationale de gérontologie Geneviève Laroque. Détails du programme et inscriptions en ligne sur le site **www.cause-des-aines.fr.** Rens : 01.49.10.38.92 Courriel : evenements@r-events.fr

Paro, le robot qui fait du bien

Nom : Paro. Signes particuliers : bébé phoque robot, compagnon mis au point au Japon par l'Institut national des sciences et des techniques industrielles avancées (AIST) pour interagir avec des personnes âgées. Paro reconnaît son nom, ouvre ses grands yeux doux, émet des sons, bouge ses nageoires et modifie les expressions de son visage sous les caresses. Sous sa fourrure antibactérienne et hypoallergénique, se cachent 2,7 kg de technologie avec protection électromagnétique, de façon que des personnes porteuses d'un pacemaker puissent aussi l'approcher. Ses vertus thérapeutiques ? Il fait diminuer l'anxiété, l'agressivité, la tension artérielle

S. CROW-LEVIN YT/REDUX/REA

Le bébé phoque robot calme l'anxiété des personnes atteintes de démence sénile.

et il améliore l'humeur. Ces observations ont été faites au Japon, mais aussi aux Etats-Unis et en Allemagne. En France, en 2011, Paro a fait l'objet d'une expérimentation pilote (mais sans protocole de recherche). Cinq personnes âgées de 83 à 95 ans l'ont testé pendant un mois à l'hôpital Broca, à Paris. « *Il a été plutôt bien accueilli*, rapporte la neuropsychologue Sandra Boespflug, *qui l'a utilisé le temps de quelques séances. Certains sont sortis de leur apathie, une seule personne l'a rejeté. Paro a permis d'exprimer différents affects, mobilisé des souvenirs anciens liés à la possession d'animaux de compagnie. Surtout, il a permis des interactions entre les résidents en devenant un sujet commun de discussion.* » Le bébé phoque est en vente sur Internet 4000 €. 2000 ont déjà été acquis dans le monde. **S. R.-M.**

●●● âgées dépendantes (Ephad), la Maison Sainte-Monique, qui jouxte TSMT. Résultat, les familles se sentent souvent abandonnées et s'épuisent.

« *Besoin de soutien, d'écoute, de répit ? Vous n'êtes pas seuls !* » peut-on lire sur la plaquette d'information de l'association. Ici, le soutien s'effectue par le biais de la permanence téléphonique, d'entretiens et d'écoutes individuelles ou, au choix, au sein des groupes de parole. Conformément à la première des 44 mesures du 3e plan Alzheimer, « *aider les "aidants" est essentiel* », martèle le Dr Bonté. Une approche qui possède un double avantage : reculer de près de deux ans le temps de l'entrée en institution du malade, mais aussi préserver la santé des aidants. A âge égal, leur taux de mortalité est en effet supérieur de plus de 50 % à celui de personnes non aidantes… (4) La gériatre insiste : « *Souvent, les familles sont rétives à une aide extérieure, que l'aggravation de la maladie est inexorable. Résultat : elles s'enferment, cultivent le fatalisme. Or, en intervenant précocement, on peut anticiper les problèmes et les réduire.* » Autre nécessité, apprendre aux aidants à mieux communiquer avec leurs malades. « *Comment capter leur regard, utiliser des phrases courtes, ne pas les dévaloriser, les mettre en échec, ni faire les choses à leur place. Il faut aussi savoir ne pas insister en cas de refus pour éviter la montée de l'agressivité, autant de précisions qui n'ont souvent pas été données à la famille au moment du diagnostic* », détaille le Dr Bonté.

Pour apprendre à apporter ce soutien, TSMT s'est elle-même inspirée d'une expérience allemande, celle de la Clemens Wallrath Haus, à Münster. « *Une véritable maison architecturalement conçue pour les malades et leurs proches, avec un escalier central* », précise Robert Haas, bénévole de l'association France Alzheimer, qui a participé à la création de TSMT en 2007. Outre-Rhin, cette maison abrite un café social, un centre de thérapie corporelle, un accueil et un hôpital de jour et s'intègre dans un vaste dispositif régional géronto-psychiatrique. Cette approche est également pratiquée en Belgique, en Suède, au Québec. Trop rare dans l'Hexagone, elle tend à se développer, par exemple avec les consultations famille à l'hôpital de La Timone à Marseille. Dans tous les cas, il s'agit de lutter contre l'enfermement des aidants. A Paris, Catherine, 62 ans, s'occupe 24 sur 24 depuis treize ans de son mari âgé de 75 ans. Henri était ingénieur. Curieux, actif, sportif, passionné de tout… A sa retraite, de légers signes de dépression puis des troubles de la mémoire et de l'attention sont apparus. « *J'ai perdu toute vie sociale*, reconnaît Catherine. *Nos amis se sont éloignés, cette maladie fait peur.* » Aujourd'hui, Henri est mutique, ne s'habille plus seul, somnole la plupart du temps. Dès que sa femme disparaît de son champ de vision, il s'agite. Difficile pour son épouse de profiter du répit offert par l'accueil de jour. Si elle veut réellement souffler, le recours à une auxiliaire de vie à domicile – 15 € en moyenne de l'heure – s'impose. Des tarifs qui grimpent vite la nuit, le week-end. Selon une étude de France Alzheimer menée en 2011, le coût supporté par les familles est d'environ 1000 € par mois. Des chiffres qui posent crûment la question de la prise en charge financière de la dépendance. Souvent promise sous le gouvernement précédent, la réponse est finalement passée à la trappe. Et la question demeure. Aujourd'hui, en France, toutes les heures, 25 nouveaux cas d'Alzheimer sont diagnostiqués. **Sylvie Riou-Milliot**

Photos : Elisabeth Schneider/ lookatsciences pour Sciences et Avenir

Pour en savoir plus

La Maladie d'Alzheimer pour les nuls, Christian Derouesne et Jacques Selmès, éditions First.

La Maladie d'Alzheimer, le guide. Judes Poirier et Serge Gauthier, Editions Trécarré.

www.francealzheimer.org/pages/association/journee-mondiale.php, le site de France Alzheimer, la plus importante association de patients. A l'occasion de la journée mondiale, une carte interactive recense les manifestations organisées en France.

Renseignements également au **0.811. 112. 112.**

http://clic-info.personnes-agees.gouv.fr/clic rubrique « clic » permet de trouver des infos pratiques dans sa région.

www.plan-alzheimer.gouv.fr, le site officiel du plan Alzheimer 2008/2012

Plus d'infos sur la maladie
www.reseau-alzheimer.fr
www.agevillage.com
www.voixdespatients.fr/c/alzheimer-30

www.institut-baulieu.org, le site de l'institut du Pr Baulieu relaye et détaille des informations sur les avancées médicales, les recherches en cours.

www.alz.org/brain_french propose un diaporama très pédagogique en français sur le cerveau malade.

www.espace-ethique-alzheimer.org est une plate-forme de l'espace national éthique. Une mine d'informations.

(1) Les prénoms des patients ont été changés.
(2) Renseignements. : 01.40.52.41.14.
(3) Artz : www.associationartz.org ; culture et hôpital : www.culturehopital.fr
(4) *JAMA*. 1999, Schulz R.

RETROUVEZ L'INTÉGRALITÉ DE VOTRE MAGAZINE EN VERSION DIGITALE.
POUR ÊTRE INFORMÉ OÙ QUE VOUS SOYEZ.

SCIENCES ET AVENIR

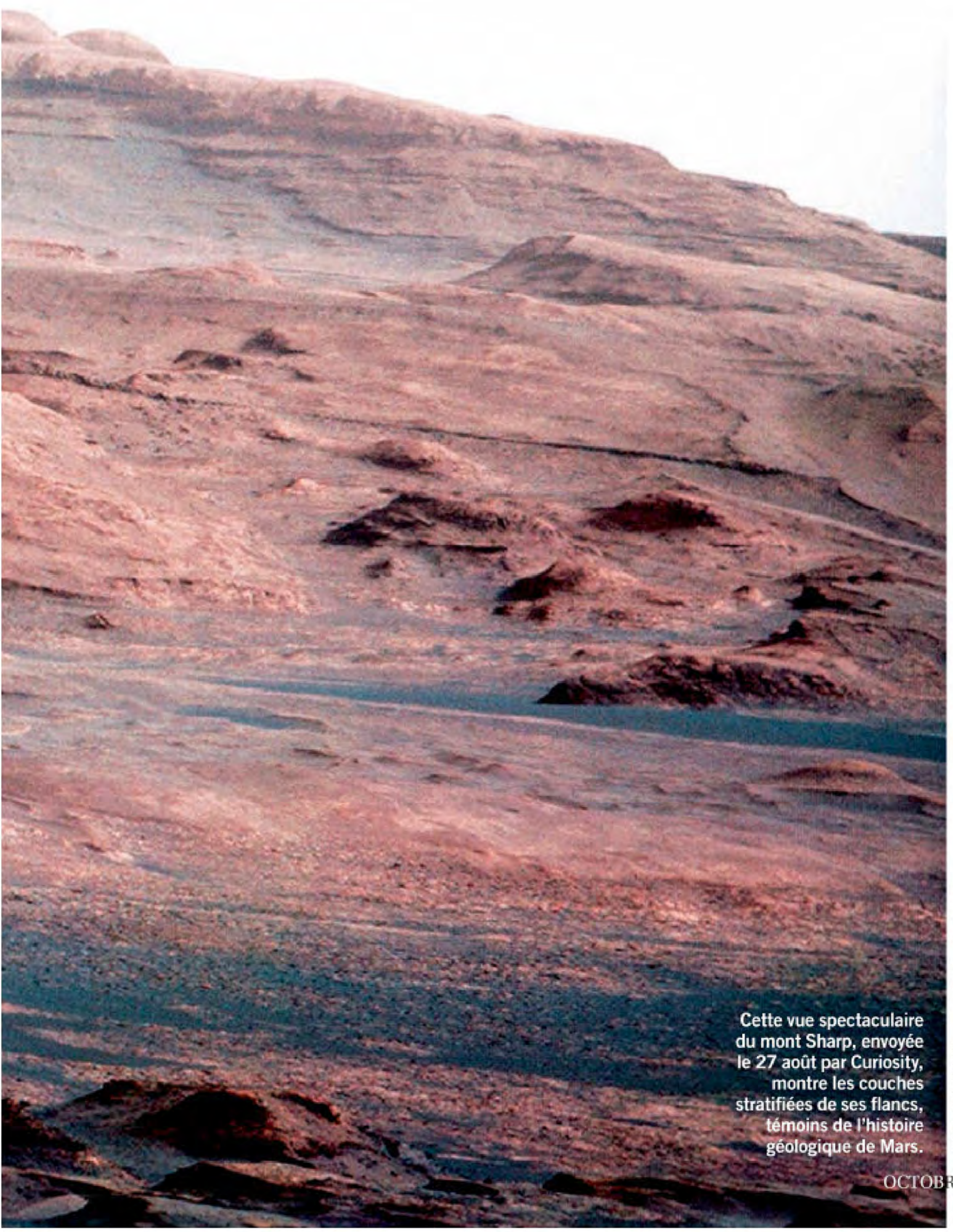
L'APPLICATION DE SCIENCES ET AVENIR EST DISPONIBLE POUR IPAD, IPHONE ET SUR APPAREILS ANDROÏD.
DÉCOUVREZ NOS VIDÉOS ET INFOGRAPHIES ANIMÉES.

Curiosity Chroniques

Le robot a fait ses premiers tours de roue vers le site de Glenelg, où la roche pourra

martiennes, épisode 2

it abriter du carbone, molécule de base du vivant.



Cette vue spectaculaire du mont Sharp, envoyée le 27 août par Curiosity, montre les couches stratifiées de ses flancs, témoins de l'histoire géologique de Mars.

NASA/JPL-CALTECH/MSSS

C'est parti ! Après quelques premiers tours de roues, histoire de se dérouiller les engrenages, le robot Curiosity a vraiment démarré ses pérégrinations scientifiques le 29 août. Son objectif : le site Glenelg, à 400 mètres du point d'atterrissage, sorte de carrefour géologique où s'entrecroisent trois types de terrain. Les scientifiques de la Nasa devraient y trouver une roche de premier choix à forer et à analyser. Il lui faudra tout de même quelques semaines pour parvenir à destination, après des pauses, notamment pour tester son bras robotisé.

Mais déjà, Curiosity a son objectif bien en vue, puisqu'il nous en a envoyé des images spectaculaires : on y découvre les reliefs stratifiés des flancs du mont Sharp s'élevant à plus de cinq kilomètres d'altitude au centre du cratère Gale.

C'est là, dans ce cratère situé au sud de l'équateur martien, que le robot américain a atterri le 6 août. Depuis, ingénieurs et scientifiques de la Nasa ont appris à manœuvrer à distance le rover, testant un à un ses dix instruments. Le moment le plus spectaculaire de cette phase de mise en route a eu lieu le 19 août, lorsque le faisceau laser de l'instrument français ChemCam a pulvérisé la roche « Coronation ». En chauffant la roche jusqu'à une température de 8000 °C, le laser la transforme en un nuage de plasma, analysé immédiatement par trois spectromètres. Cette première analyse servira de base de comparaison pour les analyses futures.

A partir des premières images panoramiques prises par les caméras Mastcam, les scientifiques ont pu dresser une carte des objectifs du robot et télécharger à distance les logiciels qui vont peu à peu ●●●

5 instruments pour percer les secrets de la planète Rouge

❶ ChemCam (Chemistry Camera)

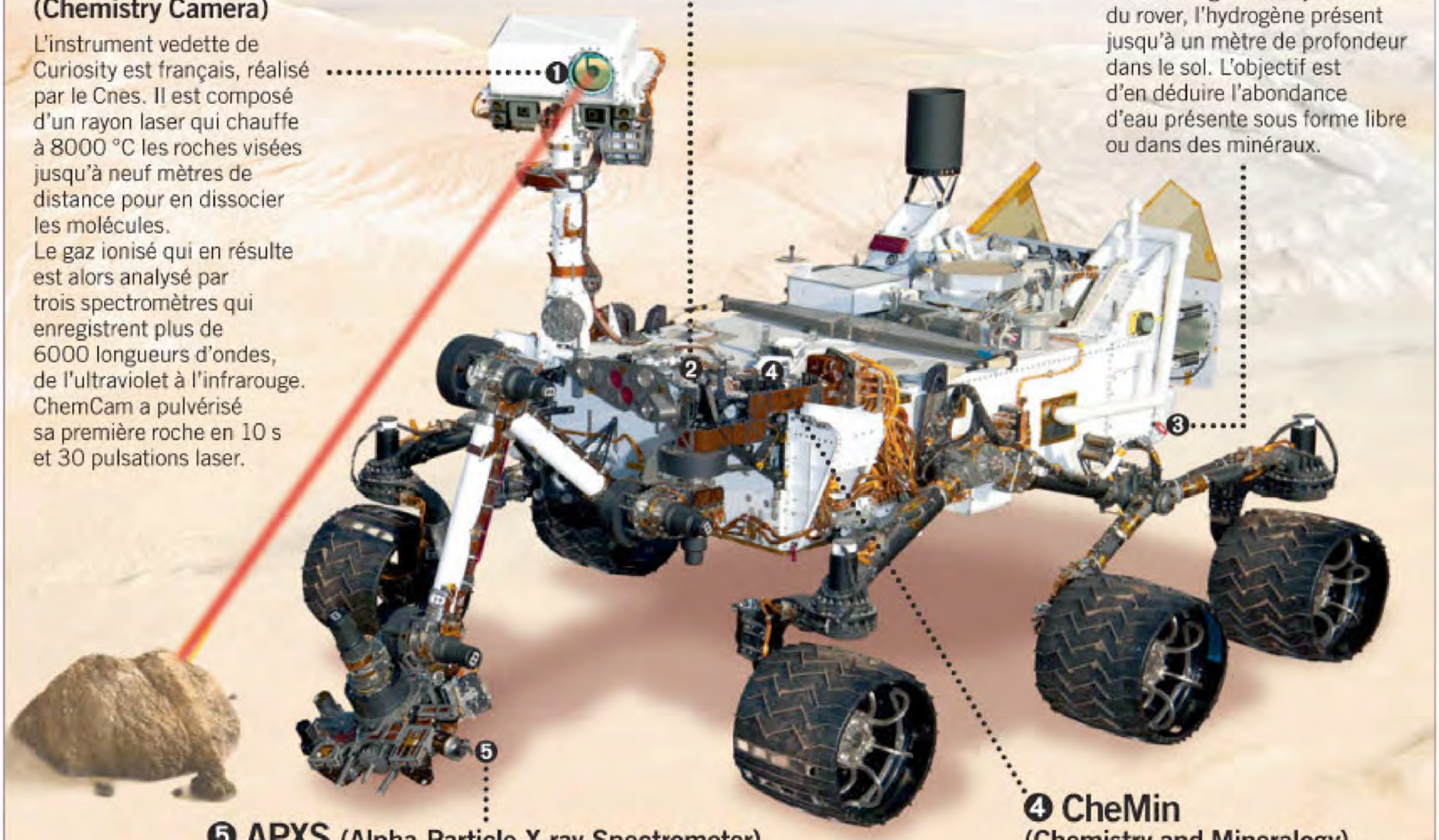
L'instrument vedette de Curiosity est français, réalisé par le Cnes. Il est composé d'un rayon laser qui chauffe à 8000 °C les roches visées jusqu'à neuf mètres de distance pour en dissocier les molécules.
Le gaz ionisé qui en résulte est alors analysé par trois spectromètres qui enregistrent plus de 6000 longueurs d'ondes, de l'ultraviolet à l'infrarouge. ChemCam a pulvérisé sa première roche en 10 s et 30 pulsations laser.

❷ SAM (Sample Analysis at Mars)

Cet instrument français est un mini-laboratoire composé d'un chromatographe et de deux spectromètres qui analyseront des échantillons de sol et d'atmosphère afin d'en caractériser la composition chimique. L'objectif est d'y déceler des composés organiques, signes possibles d'une vie passée ou d'une activité prébiotique.

❸ DAN (Dynamic of Albedo Neutrons)

Cet instrument russe est un pisteur d'eau : la détection de neutrons lui permet de mesurer, tout au long de la trajectoire du rover, l'hydrogène présent jusqu'à un mètre de profondeur dans le sol. L'objectif est d'en déduire l'abondance d'eau présente sous forme libre ou dans des minéraux.



❹ CheMin (Chemistry and Mineralogy)

Le géologue de la mission : l'instrument analyse (en dix heures) les échantillons de roches par diffraction et fluorescence des rayons X. Il peut ainsi étudier leur structure cristalline. L'objectif est de détecter la présence de minéraux formés en présence d'eau.

❺ APXS (Alpha-Particle-X-ray-Spectrometer) et Mahli (Mars Hand Lens Imager)

Le bras robotisé est équipé d'un porte-outils comprenant notamment le capteur du spectromètre à rayons X, APXS, chargé de mesurer dans les roches l'abondance des éléments chimiques lourds, du sodium au brome. L'instrument d'analyse lui-même est installé dans le corps du rover. On trouve également la caméra-microscope Mahli, qui devra déterminer la composition et la structure du sol et de la glace à une échelle comprise entre le micromètre et le centimètre.

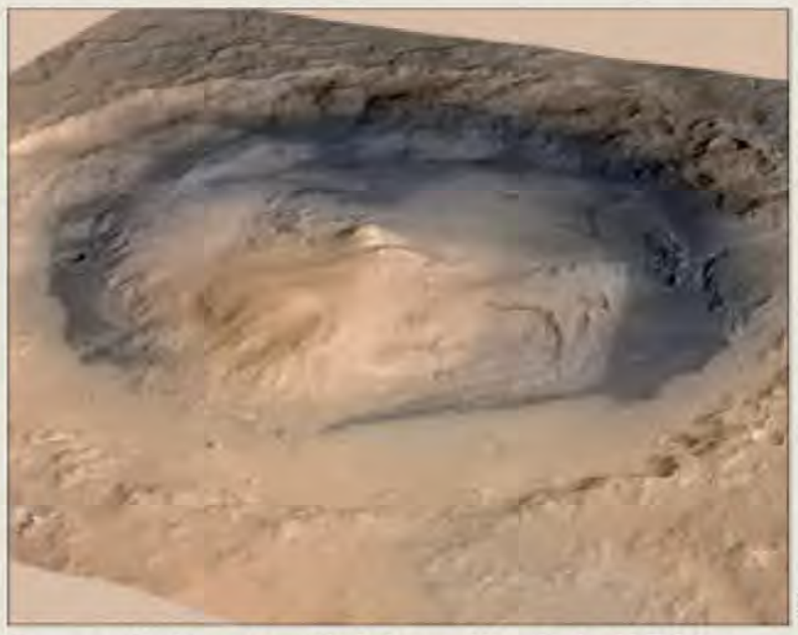
●●● transformer le robot en laboratoire nomade semi-autonome. Alimenté par un moteur nucléaire, il pourra travailler pendant les deux prochaines années sans se soucier des saisons, contrairement à ses prédécesseurs, Spirit et Opportunity, nourris à l'énergie solaire et donc contraints chaque année à plusieurs mois d'hibernation.
La mission de Curiosity n'est pas précisément de rechercher des Martiens, mais de déterminer « l'habitabilité » de la planète Rouge. « *Jusqu'à présent*, explique Francis Rocard, responsable du programme d'exploration du système solaire au Cnes, *l'objectif des robots martiens était de suivre la piste de l'eau.* » Aujourd'hui, la plupart des spécialistes n'ont plus de doute à ce sujet, grâce notamment à l'instrument Omega, de la mission européenne Mars Express, qui a mis en évidence des minéraux sédimentaires et des argiles n'ayant pu se former qu'en présence d'eau. « *Oui, il y a eu de l'eau sur Mars*, affirme Francis Rocard, *et même en quantités considérables.* »
Selon l'échelle géologique reconstituée par l'astrophysicien Jean-Pierre Bibring, de l'Institut d'astrophysique spatiale à Orsay, cet épisode diluvien s'est produit dans l'enfance de la planète, à l'ère dite du phyllosien. Ainsi, dans ses premières centaines de millions d'années, la planète Rouge devait jouir d'un champ magnétique global qui garantissait le maintien d'une atmosphère et d'un effet de serre suffisants pour conserver l'eau martienne à l'état liquide.
La prochaine question posée par les astronomes s'énonce ainsi : est-ce que, à part de l'eau liquide, Mars a disposé à ce moment-là de son existence des « briques » nécessaires à l'élaboration d'êtres vivants ? L'objectif de Curiosity est donc de traquer les éléments chimiques du vivant – et notamment le carbone non oxydé.

Le 20 août, le bras robotisé a été déployé avec succès. On voit ici (en haut) l'extrémité « porte-outils » du bras. Ci-dessus, les traces de roues laissées sur 16 mètres par le rover sur le sol martien le 28 août, soit 22 jours martiens après son amarsissage. Le lendemain, le robot a entamé un « long » voyage de 400 mètres, qui lui prendra quelques semaines.

NASA/JPL

Un trop jeune cratère

Le 6 août, la sonde européenne Mars Express, en orbite depuis 2003, a réalisé un cliché émouvant où l'on discerne la silhouette de Curiosity. Au-delà de l'anecdote, le destin des deux robots est lié. C'est en effet le spectro-imageur Omega de Mars Express qui a repéré les régions où les argiles hydratées nous parlent d'une époque où l'eau coulait durablement sur Mars et où peut-être la vie extraterrestre avait émergé. Cette ère, baptisée le phyllosien par Jean-Pierre Bibring, de l'Institut d'astrophysique spatiale à Orsay, est l'un des premiers échelons de l'échelle géologique martienne. A l'ère suivante, le champ magnétique a disparu, et l'eau s'est échappée dans l'atmosphère ou retrouvée piégée dans le sous-sol de certaines régions. Dans le cratère Gale, par exemple. Mais cela n'en ferait pas forcément une oasis pour des extraterrestres. Car si l'objectif de Curiosity est de comprendre si Mars a été un jour habitable, le cratère Gale est alors bien trop jeune, avec ses quelque 3,6 milliards d'années. Soit une époque où l'essentiel de l'eau avait disparu de la surface de Mars. D'autres sites de plus de 4 milliards d'années, correspondant à une période d'humidité stable, avaient été proposés. Mais les géologues de la Nasa, séduits par les strates de Gale, ont eu le dernier mot. Oubliant en chemin l'histoire climatique si particulière de la planète.



Reconstitution du relief du cratère Gale (155 km de diamètre) à partir de données de Mars Express.

NASA

Histoire de rendre cette première phase de test moins rébarbative, la Nasa a organisé deux séances « récréatives ». Le 27 août, Curiosity a ainsi transmis depuis Mars un message vocal préenregistré, par lequel Charles Bolden, l'administrateur de l'agence, félicitait ses équipes et assurait que Curiosity allait *« inspirer une nouvelle génération de scientifiques et d'explorateurs, de même qu'il ouvre le chemin pour une mission humaine dans un futur pas si lointain »*. Un moment émouvant que l'écoute de ce message provenant de quelque 60 millions de kilomètres. Le lendemain, Curiosity a fait ses premiers pas dans la chanson en diffusant vers la Terre une œuvre du rappeur Will.i.am, des Black Eyed Peas. Ce morceau inédit (*Reach for the Stars*) a été émis sous forme d'ondes captées par un réseau d'antennes terrestres. L'opération médiatisée a été également l'occasion pour la Nasa et la fondation du chanteur (i.am.angel) d'organiser un cours de transmission interplanétaire à destination d'étudiants invités au Jet Propulsion Center de la Nasa, en Californie. C'est aussi sans doute une manière de relancer l'enthousiasme des citoyens et des parlementaires qui, en ces temps de crise, songent à réduire les crédits de la Nasa.

L'exploration de Mars a cependant encore de beaux jours devant elle, puisque l'agence spatiale vient de sélectionner une nouvelle mission, Insight, qui devrait être lancée en 2016. Insight sera un laboratoire fixe posé sur Mars afin d'en forer la surface. Il sondera également pendant deux ans les entrailles de la planète afin de répondre à ces questions : Mars a-t-elle un cœur solide ou liquide ? Pourquoi n'a-t-elle pas de plaques tectoniques ? Pourquoi a-t-elle évolué si différemment de la Terre ? La planète Rouge a encore bien des secrets pour nous.

Sylvie Rouat

Le cépage qui va sauver la vigne

Victime du réchauffement climatique, le raisin donne du vin de plus en plus alcoolisé. La solution pourrait venir d'un cépage produisant des grappes à faible teneur en sucre découvert dans une vigne du Gers vieille de 150 ans.

C'est le nouveau monument historique de la région Midi-Pyrénées. Ni château ni citadelle de Vauban, il s'agit d'une petite vigne située à Sarragachies, dans le Gers : 40 ares comportant 600 pieds répartis sur 12 rangs. Cette parcelle, propriété de la famille Pédebernade depuis toujours, produit généreusement ses grappes depuis au moins un siècle et demi, peut-être même depuis Louis-Philippe (1830-1848). Elle est le précieux témoin de la viticulture de cette région des piémonts pyrénéens avant la grande crise du phylloxéra.

SYLVIE DAOUDAL

En 1861, un puceron d'Amérique du Nord infesta les ceps français. Résultat ? Une épidémie qui, en trente ans, ravagea la quasi-totalité des vignes de l'Hexagone. Toutes, non ? Pas celles de Sarragachies. Plantée sur un sol sableux dans lequel l'insecte ne peut creuser des galeries solides pour atteindre les racines et s'en nourrir, la petite vigne du Gers a échappé à la catastrophe. Et c'est justement cet aspect testimonial qui a motivé la décision de son inscription au titre des Monuments historiques. *« C'est le miroir de l'encépagement ancien »*, note ainsi Jean-Marie Boursiquot, enseignant-chercheur à Montpellier SupAgro et ampélologue réputé, dans son avis pour la commission de classement.

Aujourd'hui sous le feu des projecteurs, la petite vigne de Sarragachies est étudiée depuis longtemps par les spécialistes de l'ampélographie *(lire le lexique ci-contre)* qui ont examiné sous toutes les coutures la vingtaine de cépages différents dont elle est plantée. La famille Pédebernade est d'ailleurs rémunérée par une cave privée, Plaimont producteurs, pour en assurer la préservation. Les surprises ne manquent pas : sept cépages retrouvés sur place ne sont répertoriés nulle part et demeurent donc inconnus. *« Des boutures de ces plans ont rejoint notre collection privée ces dernières années »*, explique Olivier Bourdet-Pees, directeur des caves Plaimont. Surtout, la petite vigne gersoise recèle un véritable trésor : un mystérieux cépage, sans nom, produisant naturellement des raisins à faible teneur en sucre, donnant donc un vin peu alcoolisé : *« Le moût fermenté ne dépasse jamais 10° »*, s'extasie Olivier Bourdet-Pees. Une aubaine pour les viticulteurs de la région confrontés depuis plusieurs années à la hausse des températures, due au réchauffement climatique.

Ensoleillement et chaleur augmentant le taux de sucre dans les grains, celui de l'alcool dans le vin s'élève lui aussi, dépassant parfois les normes autorisées par l'Institut national des appellations d'origine (Inao). Seule solution acceptée par quelques appellations du Midi : arroser la vigne, pour faire baisser le taux de sucre du raisin. Une hérésie pour la plante et un désastre pour les ressources en eau des régions méridionales. Pour les caves Plaimont, grâce à ce cépage, la solution est plus élégante : *« Nous l'avons multiplié par bouturage et nous la cultivons à nouveau*, poursuit Olivier Bourdet-Pees. *Nous introduisons le vin ainsi produit dans nos assemblages pour faire baisser naturellement le degré alcoolique. »*

Jean-Marie Boursiquot s'est empressé, de son côté, d'introduire ces variétés inconnues au domaine de Vassal, dans la plus grande collection au monde d'espèces et de variétés de vigne. Sis entre mer Méditerranée et étang de Thau sur les sables du lido qui court de Sète à Marseillan (Hérault), le domaine de Vassal est géré par l'Institut national de la recherche agronomique (Inra). Avec une idée en tête : introduire ce cépage avec ses gènes produisant un faible degré d'alcool dans les variétés du Midi – syrah ou carignan – trop alcoolisées. Pourquoi ne pas tenter une hybridation ? En outre, pourquoi ne pas chercher dans

Le précieux spécimen de vigne, qui ne porte pas encore de nom, est conservé par l'Inra au domaine de Vassal, dans l'Hérault, qui recèle la plus vaste collection de cépages du monde.

A 85 ans, René Pédebernade veille sur la vigne de Sarragachies, récemment inscrite aux Monuments historiques.

AFP / ERIC CABANIS

la famille de *Vitis vinifera*, l'espèce qui produit notre vin, d'autres caractères favorables, par exemple les gènes résistant aux maladies ?

Si l'on trouve à Vassal plusieurs centaines de variétés dont un bon nombre demeurent inconnues, c'est que la vigne est une plante sexuée. Domestiquée il y a 7000 ans par l'homme, vraisemblablement aux confins du Caucase et de l'Iran, elle a multiplié les croisements, au hasard de la pollinisation. Au fil des milliers d'années, les différentes variétés se sont créées naturellement, faisant apparaître les cépages les plus nobles d'aujourd'hui : merlot (cépage le plus planté en France), pinot noir, cabernet-sauvignon, etc. Ce n'est que récemment que des liens de familles surprenants ont été révélés par des analyses génétiques, menées à l'Inra et à Montpellier SupAgro. Alors qu'on ignore complètement qui sont ses « géniteurs », le ●●●

LEXIQUE

AMPÉLOGRAPHIE : science de l'identification et de la description des variétés de vigne par l'observation des feuilles, grappes... Vient du grec *ampelos* (« vigne ») et *graphein* (« écrire »).

CÉPAGE (OU VARIÉTÉ) : variété de vigne multipliée par bouturage, greffe ou marcottage. Les vins peuvent être issus de cépage unique comme le pinot noir pour les bourgognes rouges, ou d'assemblages de plusieurs cépages comme les bordeaux avec le merlot et le cabernet-sauvignon.

HYBRIDATION : fécondation croisée de deux individus de deux variétés ou sous-espèces (c'est le croisement intraspécifique) ou espèces différentes (croisement interspécifique dont le produit est généralement stérile). L'hybride (qui n'est pas un organisme génétiquement modifié) présente un mélange des caractères génétiques des deux parents. Le triticale est un hybride de blé tendre et de seigle. La mule est l'hybride d'un âne et d'une jument.

1

●●● très apprécié pinot noir s'est retrouvé apparenté au melon, au chardonnay, à l'aligoté et au gamay, cépages plantés partout dans le monde sur de grandes surfaces. Mais aussi au gouais blanc, variété répandue au Moyen Age mais qui a quasiment disparu, car son vin était considéré comme médiocre.

La vigne de Sarragachies est le témoin de cette époque où les variétés n'étaient pas génétiquement stabilisées et continuaient à évoluer, le vin étant une production parmi d'autres dans un système de polyculture. A l'époque, l'agriculteur n'était pas un vigneron à part entière, et aucun critère de qualité n'était fixé, à l'exception de grandes régions de production déjà bien identifiées comme le Bordelais ou la Bourgogne.

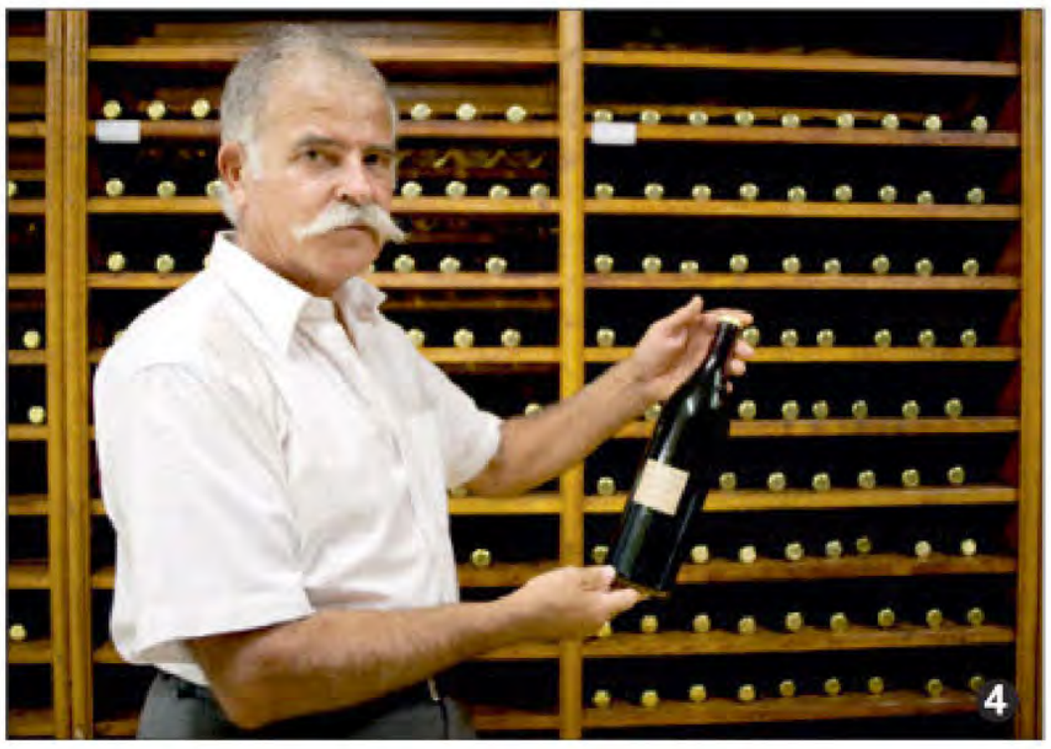
La crise du phylloxéra a mis fin à ces pratiques quasi millénaires. Les producteurs n'ont eu alors que deux solutions pour remonter leurs vignobles. La première : greffer les cépages sur des porte-greffes américains résistant à l'insecte. « *Comme ils viennent tous deux d'Amérique, la plante sait résister aux attaques du puceron*, précise Blaise Genna, responsable du domaine de Vassal pour l'Inra. *Quand cet hémiptère pique la racine, la plante réagit en créant une sorte de bouchon pâteux qui ferme la blessure, ce que ne sait pas faire la souche européenne.* » La seconde solution : hybrider des espèces européenne (*Vitis vinifera*) et américaines (*Vitis labrusca*, *Vitis riparia*) pour créer des variétés résistantes nouvelles. « *L'hybridation a été un plein succès*, raconte Blaise Genna. *Au début du xx^e siècle, des dizaines de milliers d'essais ont été effectués pour obtenir des variétés ne craignant ni le phylloxéra ni l'oïdium ou le mildiou, deux maladies dues à des champignons microscopiques, eux aussi d'origine américaine.* » Baco, oberlin, noah, villard blanc et noir envahissent bientôt la France, y compris les régions non viticoles. Car ces variétés sont productives, indestructibles, faciles à cultiver. Elles n'ont qu'un (gros) défaut : un goût « foxé » (qui rappelle l'odeur du renard), laissant sur le palais une acidité de framboise plutôt désagréable. Mais nous sommes en France au début du xx^e siècle, où le vin est considéré comme un aliment (de 129 litres par an et par habitant au milieu du siècle dernier, la consommation est tombée aujourd'hui à 54 litres).

Ce n'est pourtant pas ce vice organoleptique qui va enterrer ces variétés, mais la surproduction qui fait s'effondrer les cours et provoque des révoltes, notamment en Languedoc à partir de 1907. Une série de lois va donc limiter les plantations. Puis l'année 1953 voit l'interdiction des hybrides. Les pieds de vignes sont arrachés sur des dizaines de milliers d'hectares. Seul le greffage des cépages sensibles sur des porte-greffes est autorisé. Et quelques variétés vont être imposées par les pépiniéristes. La diversité se rétrécit. Si les 20 cépages les plus plantés en France représentent 53 % des vignobles en 1953, le pourcentage grimpe à 86 % en 1990. La viticulture perd la mémoire des vignes d'antan comme celle de Sarragachies où les cépages étaient mélangés.

Aujourd'hui, seules peuvent être plantées en France les variétés répertoriées dans un ●●●

Du cépage à la mise en bouteille

Afin de pérenniser sa collection en remplaçant les ceps qui meurent, le domaine de Vassal assure la reproduction des cépages préservés : les jeunes plants sont d'abord placés et irrigués sous serre ❶, avant d'être replantés en pleine terre (sable) ou greffés sur un porte-greffe, comme celui-ci ❷, dûment protégé contre les attaques de lapins. Le raisin obtenu au domaine ❸ permet de réaliser des essais de vinification. Une fois mis en bouteille, le vin est conservé sous la garde de Blaise Genna, responsable du domaine pour l'Inra ❹. Il sera ensuite goûté afin d'estimer le potentiel organoleptique du cépage dont il est issu.



La plus grande collection de vignes du monde

Au pied d'une tourelle chapeautée de tuiles, le domaine de Vassal, situé entre Méditerranée et étang de Thau, dans l'Hérault, ne paie pas de mine : quelques hangars à tracteurs, trois serres, même pas de chais. C'est là que s'étend pourtant sur 27 hectares gérés par l'Inra, la collection ampélographique la plus riche du monde, créée à l'origine à Montpellier dès 1876, soit quinze ans après l'apparition du phylloxéra.

Cette grande bibliothèque du végétal de 2600 variétés, provenant de 47 pays, s'enrichit chaque année d'environ 80 nouvelles variétés, apportées par des chercheurs, des viticulteurs ou de simples passionnés. On y conserve également 1100 hybrides et 480 porte-greffes. Parmi ces derniers, les pieds américains résistant au phylloxéra sur lesquels sont greffés aujourd'hui la totalité des cépages français car il est définitivement impossible de planter les variétés européennes directement dans le sol où continue de résider l'insecte. On y retrouve également toutes les espèces de vignes sauvages retrouvées sur le territoire français. L'inventaire est loin d'être terminé puisqu'une infime partie des zones naturelles de l'Hexagone a fait l'objet d'une telle recherche. Le domaine ne se contente pas de préserver : chaque cépage a droit à cinq individus témoins, plantés franc de pied, c'est-à-dire sans porte-greffe du fait du terrain sableux, sur des parcelles bordées de haies de hauts roseaux élevées contre le mistral. *« Notre travail est de pérenniser la collection en remplaçant les ceps malades ou qui meurent, de caractériser leurs ressources génétiques, c'est-à-dire leur comportement face aux maladies, et de décrire la qualité de leur raisin »*, résume Blaise Genna, responsable du domaine. Tous les ans, près de 200 microvinifications effectuées à partir de deux à dix kilos de raisins permettent à des goûteurs de juger de la couleur, de l'acidité et des arômes du vin produit par les variétés testées.

La bibliothèque du domaine conserve également des herbiers vieux de deux siècles. *« Tous les spécimens que nous reproduisons ici sont donnés gratuitement à ceux qui en font la demande, viticulteurs, collectivités ou particuliers »*, s'enorgueillit Blaise Genna.

De vieux cépages menacés de disparition ont ainsi été de nouveau cultivés dans leur aire d'origine comme l'œillade noire (en Provence), le prunelard ou le verdanel (tous deux du Tarn).

La bibliothèque du domaine de Vassal regroupe une riche documentation sur les nombreuses variétés de vigne.

●●● catalogue tenu à jour par arrêté du ministère de l'Agriculture après avis d'experts. On dénombre 210 cépages autorisés et 30 porte-greffes. Les viticulteurs en aires d'appellation comme en vin de pays doivent s'y soumettre et satisfaire en outre à des cahiers des charges et à des critères de qualité draconiens. Pour produire de gros volumes avec l'assurance d'une même qualité de raisin, les plants se limitent désormais à des clones de quelques ceps, obtenus grâce aux techniques de bouturage ou de marcottage. Avec l'essor d'un marché international et ses canons commerciaux, le négoce impose des règles de production qui se doivent d'être immuables. Tout se fige au début des années 1980 avec l'émergence des écoles d'œnologie et le succès de guides comme celui de l'Américain Robert Parker.

C'est cet ordre établi – la France étant le seul pays à avoir interdit les hybrides – que la science est en train de bousculer. En 2007, une équipe composée de scientifiques du Genoscope d'Evry, de l'Inra et de plusieurs universités et instituts de recherche italiens séquence le génome d'une variété de pinot noir. Ce séquençage révèle un petit ensemble à 19 chromosomes, soit environ 480 millions de paires de base, un peu plus important que celui du riz (430 millions de paires) mais moins que le bananier (500 millions). Une connaissance des gènes qui pourrait bien changer la donne, car elle dévoile les qualités intimes des variétés. Une aubaine à l'heure où les impasses agronomiques se multiplient pour les viticulteurs. Les vignes étant de plus en plus attaquées par les champignons et les insectes, ils sont devenus les plus gros utilisateurs de pesticides. Des produits dangereux pour l'environnement dont les quantités utilisées doivent diminuer de moitié d'ici à 2018, selon les lois votées à la suite du Grenelle de l'environnement.

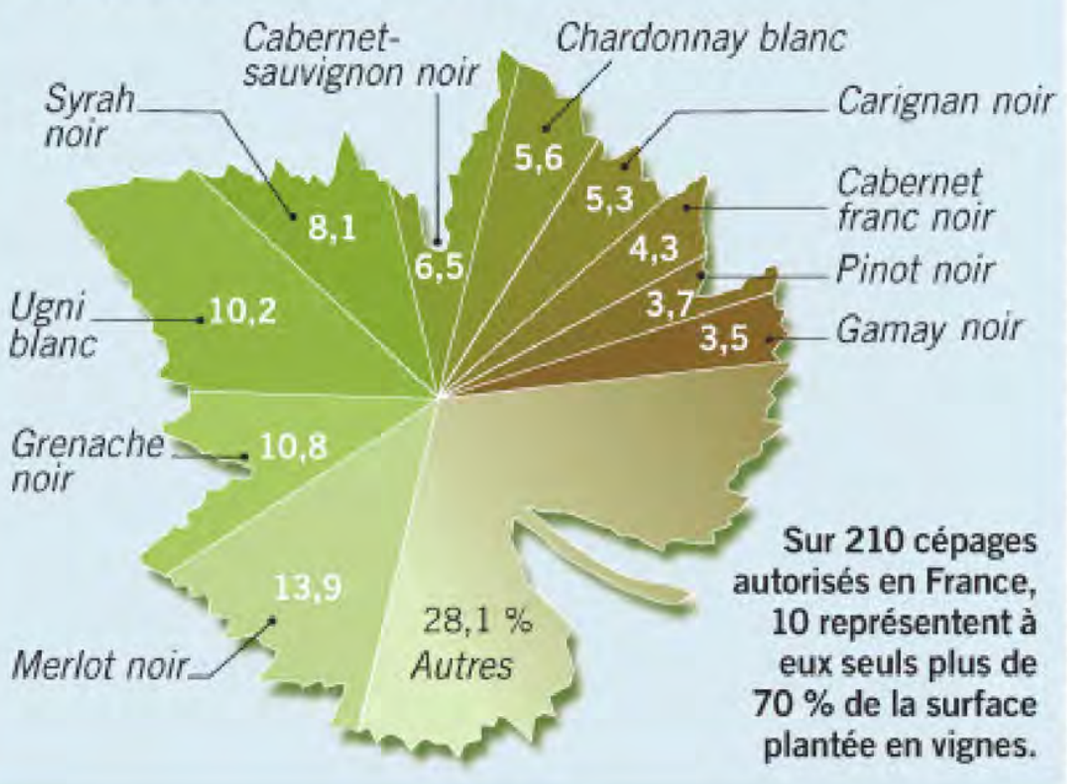
Il semble devenu vital d'identifier des gènes de résistance aux maladies, dans des variétés sauvages ou dans des cépages oubliés, et ce afin de les transférer dans les cépages productifs. *Vitis vinifera*, plante européenne, n'est certes pas naturellement résistante à l'oïdium et au mildiou, parasites américains, *« mais les gènes sont quand même là, qu'il faudra faire s'exprimer »*, assure Patrice This, généticien de la vigne à l'UMR Amélioration génétique et adaptation des plantes (Agap), regroupant le Cirad, l'Inra et Montpellier SupAgro. Sans oublier d'autres zones de l'ADN qui voient leur importance stratégique grandir. Ainsi, repérée grâce aux ceps gersois inconnus de Sarragachies, celle qui induit la production de sucre dans les baies et permettrait de maîtriser le degré d'alcool dans le vin.

La technologie génétique permet aujourd'hui un travail de sélection meilleur encore que les déjà formidables hybridations du siècle dernier. Grâce à lui, des clés génétiques cruciales sont mises au jour. Ainsi, celle du goût du vin : *« Le séquençage permet de délimiter les zones de l'ADN qui commandent la qualité des tannins, éléments importants pour la constitution de l'apparence et du goût du vin, outre la quantité en anthocyanes, pigments responsables de la couleur du raisin, ou encore la production de sucre*, explique Patrice This. *Cette connaissance nous permet d'agir sur la qualité du produit final. »* Le séquençage du génome va par ailleurs accélérer le processus de sélection. Processus long chez la vigne, puisqu'il lui faut trois à quatre ans d'âge pour produire ses premiers raisins. Il ouvre également le vaste champ des ressources génétiques contenues dans la collection du domaine de Vassal, dans lequel les chercheurs peuvent désormais puiser. Le séquençage de nouvelles variétés est d'ailleurs en cours.

Produire des variétés hybrides plus résistantes aux maladies, fournissant des raisins sains et donnant un vin de qualité avec un degré d'alcool raisonnable, c'est possible. Reste à persuader une profession accrochée depuis un demi-siècle aux vins de certains cépages, sans oublier les consommateurs, souvent très conservateurs. *« C'est à nous de prouver que nous apportons un réel progrès »*, reconnaît Patrice This.

Loïc Chauveau
Reportage photo : Alexandra Frankewitz/Transit pour Sciences et Avenir

Encépagement : une biodiversité réduite



Sur 210 cépages autorisés en France, 10 représentent à eux seuls plus de 70 % de la surface plantée en vignes.

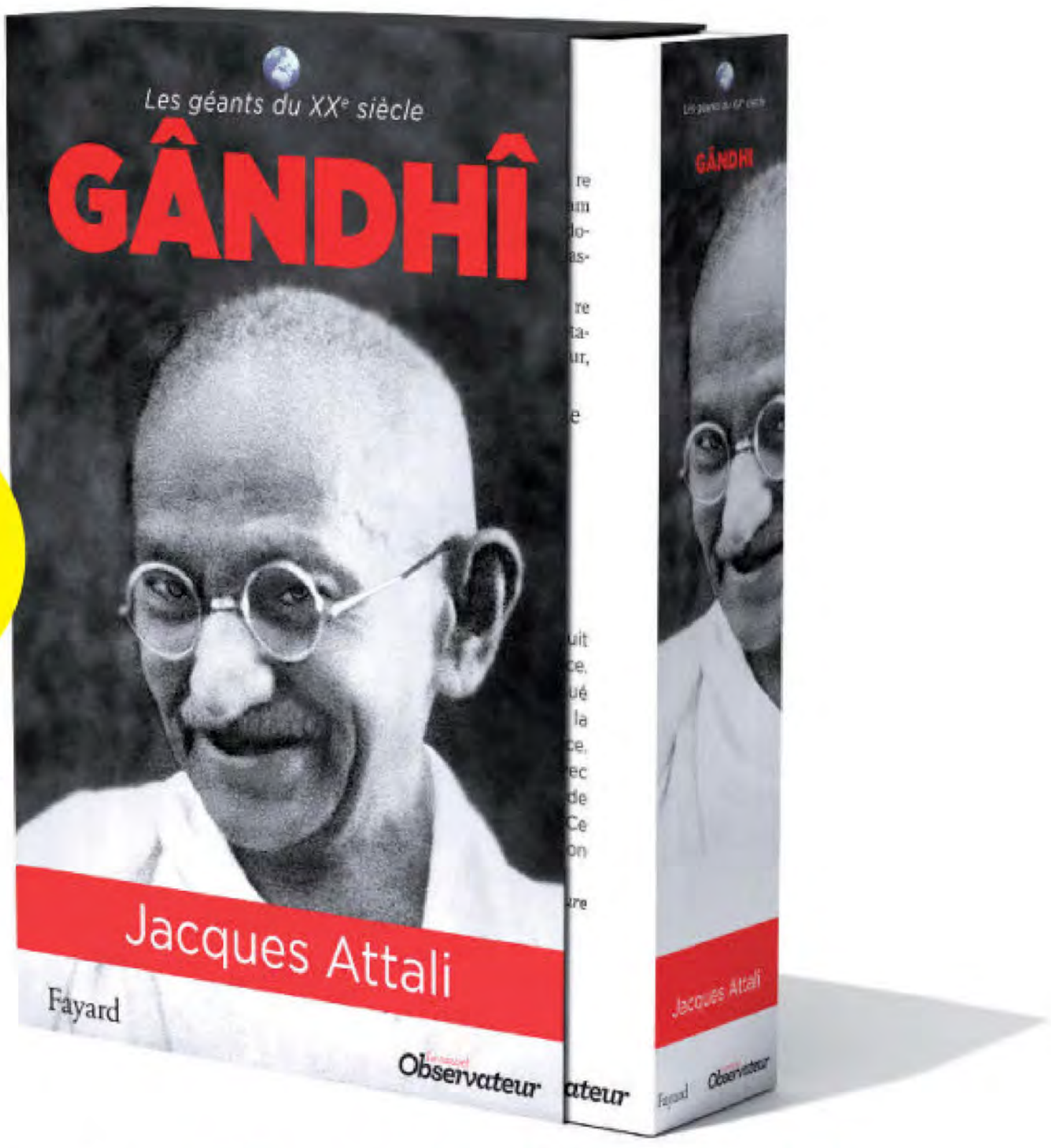
SOURCE : FRANCE AGRIMER-CIVI 2010 - INFOGRAPHIE : SYLVIE DAOUDAL

Retrouvez la liste complète des 210 cépages français sur notre site www.sciences-et-avenir.fr

Le nouvel **Observateur** et les éditions Fayard présentent

LES GÉANTS DU XX^e SIÈCLE

Une collection des meilleures biographies dirigée par Laurent Joffrin



4€90
PRIX DE LANCEMENT

Dans nos points de ventes habituels

N°1 GANDHI
par Jacques Attali

avec radio classique

Visuels non contractuels © Dominique Pasquet

20 000 ours sous les glaces

Huit mois de tournage dans des conditions extrêmes font du documentaire « Arctique » un témoignage exceptionnel sur ce grand mammifère et son environnement désormais fragile.

Avec ses grosses pattes et son beau pelage blanc, il s'est mué en icône des dangers du réchauffement climatique. Et le film *Arctique*, bientôt présenté dans la salle Omnimax de la Géode* n'y déroge pas. Depuis la banquise et ses falaises spectaculaires, on suit le gros ours sous l'eau, sur l'eau, en dérive sur des morceaux de glace, avec ses petits, en bagarre avec ses congénères… Au passage, les affrontements mâle-femelle, même à distance et avec risque de mort des petits – que le mâle croquerait bien – n'ont rien d'une partie de plaisir. *« La mère a déjoué quatre attaques en cinq jours »*, explique le commentaire. Ames sensibles s'abstenir.

Si *Sciences et Avenir* a tenu à être partenaire de ce documentaire, c'est parce qu'il s'agit d'images de l'extrême. Comme le rappelle Greg MacGillivray, qui a passé avec son équipe huit mois de tournage sur la banquise, sans sa combinaison de néoprène, il n'aurait pas tenu plus de trois minutes et serait mort d'hypothermie. Mais le réalisateur n'en est pas à son coup d'essai. Avec 35 films, dont *Everest*, il est bien connu de ceux qui fréquentent les salles Imax de la planète. Une séquence unique, cette fois-ci, à ne pas rater : lorsqu'une caméra sur rails, dissimulée sous un faux glaçon, est finalement repérée par l'ours, il la saisit dans ses griffes et la casse avec la première énergie. Un mâle adulte peut peser jusqu'à 700 kg, on n'aimerait pas tâter de ces pattes-là ! Les enfants adoreront à coup sûr les gambades des deux oursons. Ils verseront une larme en apprenant qu'un autre petit (qu'on ne voit pas à l'écran) *« n'a pas survécu »* en suivant sa mère *« qui a nagé pendant neuf jours sur 690 km »*, sans trouver de glace assez solide où remonter. Le propos général du film insiste en effet sur le bouleversement climatique affectant cette immense région. On n'y *« trouvera peut-être plus de glace en été d'ici à 2050 »*. Où iront ses 20 000 ours ?

Dominique Leglu
Photos : Florian Schulz

* A partir du 17 octobre à la Géode, Paris 19e. Réservation : www.lageode.fr. 50 invitations pour 2 personnes à gagner sur www.sciencesetavenir.fr

Un nageur au long cours

Un mâle adulte peut peser 700 kg et atteindre 9 km/h à la nage. La plus longue distance parcourue par un ours dans l'eau serait de 690 km.
A gauche, l'équipe de Greg MacGillivray a creusé un trou dans la glace pour plonger avec la caméra Imax de 180 kg. Sans combinaison de survie, on ne tient pas plus de trois minutes avant de mourir d'hypothermie.

WARNER BROS. ENT

Le paradis blanc

Le film « Arctique » déroule des paysages de l'extrême, d'une beauté spectaculaire. Aurores boréales et leurs immenses voiles luminescents (dus aux rayonnements émis lors de l'interaction entre les particules du vent solaire piégées dans le champ magnétique terrestre et la haute atmosphère) ; falaises de glace et cascades géantes ; ours dans leur paradis gelé – ils peuvent courir jusqu'à 40 km/h.

Télécommunications

Peut-on se connecter sur le Net gratuitement dans le métro ?

LE CONTEXTE

L'opérateur espagnol Gowex a annoncé fin juin des accès gratuit dans le métro parisien avec un bon débit. Peut-on y croire ?

Surfer sur Internet dans le métro aussi facilement que chez soi, certains en rêvent. L'opérateur espagnol Gowex a annoncé l'avoir fait, fin juin, avec l'ouverture dans certaines stations d'accès à Internet par la technologie sans fil Wi-Fi. De quoi permettre aux presque sept millions de voyageurs quotidiens de se connecter à leurs sites préférés ou de lire leurs courriels pendant le transport. Qui plus est gratuitement.

Pour ce faire, l'opérateur s'appuie sur les équipements techniques (fibre optique, bornes Wi-Fi) déjà installés dans ce but, à partir de 2000, par Naxos, la filiale télécommunications de la RATP. Pour se connecter, l'utilisateur doit d'abord s'inscrire sur le site de Gowex, en fournissant données personnelles et identifiants. Une fois dans le métro, il doit lancer l'application Gowex Free WiFi sur son ordinateur, son téléphone mobile ou sa tablette. *« Notre réseau peut même servir de plate-forme de délestage pour des opérateurs dont le réseau sature à certains endroits en surface »*, assure Karim Bouchfanj, directeur de Gowex France. Le service est financé par des bannières publicitaires sur le site portail de Gowex. Mais pas n'importe lesquelles : la société vend aux annonceurs des espaces pour des contenus géolocalisés, les annonces étant sélectionnées en fonction de la position géographique de la borne à laquelle est connectée l'internaute.

Gowex affirme que son réseau couvre 48 des 300 stations de métro situées le long des 217 kilomètres de voies. Et cela grâce à 66 bornes Wi-Fi permettant un accès de 1 mégabit par seconde. Mais la réalité est nettement plus nuancée. Dans presque tous les cas, la connexion à Internet n'est possible qu'à la sortie de la station. Seules trois d'entre elles sont équipées de bornes sur les quais et dans les couloirs, mais la portée limitée des bornes Wi-Fi rend de toute façon impossible les connexions depuis une voiture en marche. Quant à l'accès gratuit, il est limité à 512 kbit/s. Pour bénéficier d'une performance supérieure, il faudra s'acquitter d'une *« participation financière minime »*, selon l'opérateur.

Ces limites expliquent pourquoi la RATP ne fait aucune promotion du système. Car sa priorité est en fait ailleurs : après avoir rendu possible le passage de la 2G (voix et SMS) dans le métro dès 2000, elle espère désormais faire de même avec la 3G et la 4G qui équipent ou équiperont les téléphones mobiles et tablettes les plus avancés. A la suite d'un appel d'offres, un premier accord a été conclu en juin avec SFR. Depuis septembre, l'opérateur

FRANÇOIS GUILLOTIA/AFP

Seules 3 des 48 stations parisiennes censées être accessibles à Internet par le Wi-Fi de Gowex le sont réellement.

propose à ses abonnés une connexion à Internet en 3G sur deux stations de métro et RER importantes (gare de Lyon et Châtelet), tunnels compris. La portée de la 3G et le transfert cellulaire (*hand-over*) propre à cette technique – qui permet d'acheminer de l'information de cellule en cellule sans interruption – assurent en théorie une connectivité en continu tout le long du trajet, dans les couloirs et dans les halls, sur les quais et dans les trains. L'ensemble du réseau devrait être couvert en 2015.

Mais d'autres opérateurs pourront se greffer sur le projet, à la condition d'utiliser eux aussi les infrastructures mutualisées de Naxos. « *Le métro parisien est ancien*, explique Catherine Lecoufle, responsable des produits publicitaires et commerciaux à la régie. *Il n'a pas la même souplesse d'utilisation qu'un réseau qui serait construit aujourd'hui ; il n'y a pas beaucoup de place, peu de locaux techniques, les travaux doivent se faire en dehors des heures d'ouverture.* »

Pour ces raisons, la RATP entend garder la main sur les équipements : les antennes-relais lui appartiennent et les opérateurs paient une redevance pour les utiliser. En revanche, ils apportent les technologies, cartes et logiciels permettant de se régler sur leurs fréquences. Avec une nouvelle contrainte : l'arrivée de Free sur le marché de la téléphonie mobile a fait passer à quatre (avec SFR, Orange et Bouygues) le nombre d'opérateurs qui doivent se partager des infrastructures conçues pour trois à l'époque de la 2G. Certes, les matériels se sont considérablement miniaturisés. Mais la RATP n'a pour l'heure pas pu aller aussi loin qu'elle l'aurait souhaité. « *Nous voulions que les opérateurs mutualisent leur signal radio, ce qui impliquait qu'ils nouent des accords d'itinérance. Mais ils ne veulent pas* », regrette ainsi la régie.

Pollution

La future norme Euro 6 va-t-elle enterrer le moteur Diesel ?

LE CONTEXTE

La norme Euro 6 s'attaque radicalement aux émissions d'oxyde d'azote dues notamment aux moteurs Diesel. Pour quelle efficacité ?

Les normes européennes d'émission, dites normes Euro, se succèdent depuis 1990, pour limiter les rejets d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules fines par les moteurs à explosion. Objectif ? Réduire la pollution et ses effets sur la santé. Ainsi, en 2009, la dernière norme en date (Euro 5) imposait aux constructeurs de véhicules Diesel un rejet maximal de 180 mg de NO_x par kilomètre. Euro 6 abaissera la limite de ces émissions à 80 mg et celles des particules fines à 5 mg. Plus généralement, « *les émissions combinées d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote provenant des diesels seront également réduites, pour être plafonnées à 170 mg/km en ce qui concerne les voitures* », indique l'Union européenne. Ce plafond était de 230 mg avec Euro 5. (*Voir* S. et A. *n° 785, juillet 2012.*) La nouvelle norme entrera en vigueur en septembre 2014 pour les véhicules légers et dès le 1er janvier de cette même année pour les poids lourds, et pour des seuils établis en fonction de l'énergie développée : 1 mg par kWh pour les particules et 49 mg/kWh pour les NO_x.

A chaque fois, les constructeurs s'adaptent : invention du moteur à injection électronique par Renault pour Euro 3, transformation par catalyse des NO_x en ammoniaque pour Euro 4. « *Les conséquences en termes de coût ne sont pas négligeables*, reconnaît Pierre Pauthenet, chef de projet développement moteur chez Renault Trucks, *car il nous faut aussi tenir compte de la consommation des véhicules.* » Des transformations (ajout de filtres, modification du châssis) alourdiraient en effet les véhicules, et donc la facture à la pompe. Un porte-parole de Mercedes relativise cependant : le moteur équipant les nouveaux modèles de camions serait compatible avec Euro 6 pour 4 % de consommation en moins.

Reste qu'en conditions réelles de circulation, la limitation des émissions de particules ne correspond pas au seuil théorique. Entre Euro 1 et Euro 5, les seuils ont baissé de 80 %; dans les faits, la réduction serait de 50 %.

ANTHONY LUCAS/AFP

Graffiti anti-diesel sur les bords de Seine, à Paris.

DERRIÈRE LES MOTS

TVUHD

Finie la télévision haute définition (HD), voici venir la télévision ultra-haute définition (TVUHD) ! En mai, l'Union internationale des télécommunications (UIT) a publié un communiqué définissant ce nouveau standard. Il y aura deux normes : celle avec une résolution d'image de 2160 × 3840 points (8 millions de pixels), dit 4k, et l'autre de 4320 × 7680 points (32 millions de pixels), dit 8k.

Selon le secrétaire général de l'UIT, « *la TVUHD va bouleverser le monde de la télévision* ». Certes, mais quand ? L'organisme ne divulgue aucun calendrier. Selon diverses prévisions, les premières diffusions grand public seraient pour 2015 à 2020. Actuellement, très peu de matériels sont compatibles avec cette norme. Le groupe audiovisuel public japonais NHK, concepteur du 8k, a présenté sa première caméra UHD en mai et la chaîne britannique BBC devait retransmettre certaines séquences des jeux Olympiques en TVUHD. Surtout, *quid* de la télévision par Internet ? Impossible de véhiculer les images TVUHD par l'actuelle ADSL. Les opérateurs devront augmenter la capacité de leurs réseaux : la fibre optique ou le VDSL2, en test chez Orange, seront indispensables.

Les bougies auriculaires à l'épreuve des faits

Une flamme qui fait long feu

BERNARD MARTINEZ POUR SCIENCES ET AVENIR

Utiliser ces bougies peut se révéler dangereux en occasionnant des brûlures et des occlusions du conduit auditif.

L'image est surréaliste : des hommes et des femmes assis autour d'une table, la tête reposant sur un coussin, les yeux fermés. Inséré dans l'oreille, un bâton enflammé qui semble se consumer lentement. Performance d'artiste ? Veillée traditionnelle ? Cérémonie ésotérique ? Non, ces chandeliers humains, croisés sur un stand d'un salon bien-être à Paris, se soignent. Fichée dans le conduit auditif, se trouve une « bougie auriculaire », appelée aussi bougie Hopi, du nom d'une tribu d'Indiens d'Amérique qui d'après la légende – démentie par les Hopi eux-mêmes – utiliserait cette thérapie naturelle depuis des siècles. La bougie est préparée à partir d'une feuille de tissu (coton) recouverte de cire d'abeille et roulée pour former un tube creux. Une fois placée dans l'oreille, il suffit d'allumer l'extrémité libre et de la laisser se consumer pendant dix à quinze minutes. Voilà pour la mise en œuvre.

Pour ce qui est des bienfaits supposés, les avis divergent : le fabricant allemand Biosun affirme que la chaleur et les vibrations de la flamme provoqueraient une légère dépression – un « effet cheminée » –, et agiraient comme « un massage doux du tympan ». Elles soulageraient aussi la douleur et auraient même des effets positifs « sur les maladies modernes ». Les bougies de Bio-ethic, un fabricant installé dans le Lot-et-Garonne, seraient, elles, efficaces contre les acouphènes et les otites, car elles nettoieraient le conduit auditif en aspirant les impuretés, détaille le site Internet. Quant à la spécialiste du sujet Jili Hamilton, elle expliquait en juin, dans une interview vidéo (1), que *« l'énergie de la flamme stimule le système immunitaire. Une fois qu'on stimule le système immunitaire, ça travaille sur tout le corps »*. Toutes ces allégations n'ont aucun fondement scientifique. *« Les bougies ne produisent pas de dépression et n'aspirent rien. Elles n'ont aucun effet clinique positif »*, explique dans une publication scientifique de 2004 (2), Edzard Ernst, spécialiste de l'évaluation des médecines non conventionnelles à l'université d'Exeter (Royaume-Uni). Pis, elles sont dangereuses. Une étude menée en 1996 (3) auprès de 122 oto-rhino-laryngologistes britanniques a révélé 13 brûlures, sept occlusions du canal auditif et une perforation du tympan suite à leur utilisation.

En 2010, aux Etats-Unis, la Food and Drug Administration (l'agence du médicament et de l'alimentation) a publié un avis recommandant de ne pas utiliser ces bougies qui *« peuvent causer des blessures sérieuses »* (4). Conclusion d'Edzard Ernst : *« Elles devraient être interdites. »*

> "Ces bougies ne produisent pas de dépression et n'aspirent rien. Elles n'ont aucun effet clinique positif"

(1) www.dailymotion.com/video/xrnego_utilisation-des-bougies-auriculaires-hopi-jili-hamilton_lifestyle

(2) Ear candles: a triumph of ignorance over science. Ernst E., *J Laryngol Otol.* 2004 Jan ; 118 (1) :1-2.

(3) Ear candles - efficacy and safety. Seely DR, Quigley SM, Langman AW. *Laryngoscope.* 1996 Oct ; 106 (10):1226-9.

(4) www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/PatientAlerts/ucm200896.htm

Une formidable diversité

12 fois par an, l'actualité des savoirs pour tous

N° 776 Ces médicaments qui favorisent alzheimer

N° 777 Ce que la science sait de la mort

N° 778 Premiers échos des mondes cachés

N° 779 L'or perdu des Amériques

N° 780 Homme-femme, la science face aux idées reçues

N° 781 On a créé le virus le plus dangereux du monde

N° 782 45 ans, le bel âge cérébral

N° 783 Méroé, l'Empire qui défia Rome

N° 787 Compléments alimentaires : danger

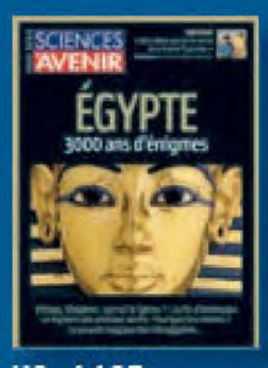
N° 784 Le ventre, notre 2e cerveau

N° 785 Pierres précieuses, science et fascination

N° 786 Boson de Higgs, la découverte du siècle

Et les hors-séries

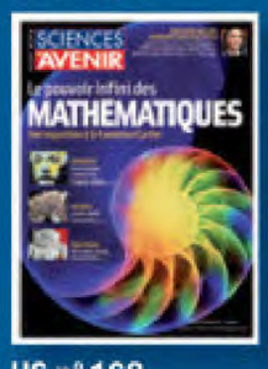
HS n° 164 10 ans de science en images



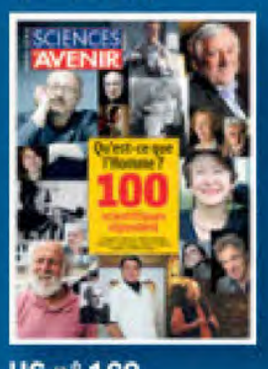
HS n° 165 Egypte, 3000 ans d'énigmes

HS n° 166 Les héros de l'espace

HS n° 167 Nouvelles découvertes en Méditerranée

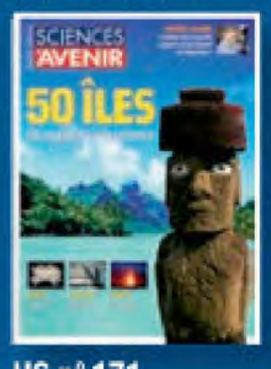


HS n° 168 Le pouvoir infini des mathématiques



HS n° 169 Qu'est-ce que l'Homme ?

HS n° 170 L'animal et nous



HS n° 171 50 îles, du mystère à la science

Bon de commande

Je commande les numéros ci-après au prix de : **7 €** par numéro payable par chèque à l'ordre de Sciences et Avenir (port compris pour la France). Bon de commande à retourner à :

Sciences et Avenir
33, rue Vivienne, 75002 Paris.

- ❑ N° 776 ❑ N° 777 ❑ N° 778 ❑ N° 779
- ❑ N° 780 ❑ N° 781 ❑ N° 782 ❑ N° 783
- ❑ N° 784 ❑ N° 785 ❑ N° 786 ❑ N° 787

- ❑ HS N°164 ❑ HS N°165
- ❑ HS N°166 ❑ HS N°167
- ❑ HS N°168 ❑ HS N°169
- ❑ HS N°170 ❑ HS N°171

❑ **Commandez une reliure pour 12 numéros : 15 €**

Nom : . . . . . .

Adresse : . . . . . .

. . . . . Ville : . . . . . .

Code postal : . . . . . .

Des télés qui crèvent l'écran

Toujours plus grands, plus minces et plus performants, les nouveaux téléviseurs de salon. Mais comment faire son choix ? Faut-il succomber aux charmes de la 3D ? Faut-il patienter en attendant la « ultra HD » ?

BERNARD MARTINEZ POUR SCIENCES ET AVENIR

La 3D : active, polarisée, sans lunettes ?

Deux technologies 3D se partagent le marché : active ou polarisée (dite aussi passive).
La première a pour atout majeur de préserver la pleine définition de l'image : chaque œil reçoit une image HD. En revanche, les lunettes, assez lourdes et coûteuses, sont pilotées par un système électronique alimenté par une petite batterie. Il faut régulièrement la recharger. Autre inconvénient, comme les verres fonctionnent à la manière d'un obturateur, une part importante de la luminosité de l'image est perdue, ce qui peut être pénalisant sur les images sombres. Enfin, la succession d'obturations liée à l'alternance des images droite/gauche peut conduire à une sensation de scintillement désagréable.
L'intérêt de la 3D polarisée, qui tente de plus en plus d'acheteurs, réside dans la simplicité, le faible prix et l'extrême légèreté des lunettes associées. La perte de lumière est moindre que pour la 3D active et le scintillement inexistant. Mais la définition globale de l'image est divisée par deux *(voir le schéma ci-contre)*. Lorsque l'on se rapproche de l'écran, un « lignage » apparaît. Ce défaut disparaît dès que le recul est suffisant.
A noter que tous les modèles 3D font d'excellents téléviseurs 2D, du fait de leur écran de dernière génération.

Pour quelle technologie opter ?

Le procédé LCD, le plus ancien, repose sur un écran à cristaux liquides, rétroéclairé par des tubes fluorescents. Cette technologie ne permet pas de fabriquer des écrans ultraplats et pèche par une qualité des contrastes insuffisante.
Les téléviseurs LED Edge sont aussi basés sur un écran LCD, rétroéclairé cette fois par un jeu de LED. Ces diodes électroluminescentes blanches sont placées dans le cadre qui entoure l'écran. Leur luminosité peut être réduite sur les scènes sombres, ce qui améliore les contrastes.
Le Full LED, toujours fondé sur un écran LCD, a un rétroéclairage assuré par un damier de LED placé derrière l'écran. Le contraste est amélioré par rapport au type précédent.
L'écran plasma est, lui, formé d'une multitude de microtubes fluorescents, un rouge, un vert et un bleu par pixel. Ceux-ci émettent directement de la lumière, il n'y a plus besoin de rétroéclairage. Cette technologie offre des noirs très profonds mais l'image est moins lumineuse que sur un écran LCD.
Enfin, la technologie OLED a fait son apparition sur les écrans de grande dimension. Ici, trois diodes électroluminescentes organiques, rouge, verte et bleue, sont associées pour former chaque pixel. Pas besoin de rétroéclairage, et le téléviseur ne fait que quelques millimètres d'épaisseur.

Quelle diagonale d'écran retenir ?

La haute définition a pour intérêt majeur de permettre au spectateur de regarder un grand écran de près. Parce que la résolution de l'image est élevée, il est possible de se rapprocher de l'écran sans en percevoir les pixels.

Sur les anciens téléviseurs à tube cathodique, il était conseillé de se placer à une distance comprise entre cinq et sept fois la diagonale de l'écran. Pour un écran haute définition, entre deux et trois fois suffisent. Ainsi, pour un téléviseur de 120 cm de diagonale (47 pouces, format courant), l'idéal sera de disposer d'un recul compris entre 2,40 et 3,60 mètres.

Grand écran ne signifie plus dévoreur d'espace. Ces téléviseurs sont en effet de plus en plus minces. Un argument qui doit être cependant pondéré. Sur les modèles les plus minces, l'électronique est souvent logée dans le pied… qui devient alors encombrant. Impossible, malgré la faible épaisseur de l'écran, de tout plaquer contre un mur.

A noter : on commence à parler d'écrans ultrahaute définition, dits notamment 4K. Leur résolution sera quatre fois celle de la HD conventionnelle, soit 3840 × 2160 pixels. L'intérêt ? Les écrans pourront être encore plus grands tout en bénéficiant d'une image aux détails incomparables.

Même les écrans de grande taille sont ultraminces.

AFP/GETTY IMAGES/SEAN GALLUP

Qu'est-ce qu'une « smart TV » ?

Formé par analogie avec smartphone, le terme smart TV désigne un téléviseur connecté à Internet. Grâce à une prise Ethernet, voire un transmetteur Wi-Fi interne, et à un logiciel, la smart TV permet par exemple d'accéder à YouTube, Picasa et autres réseaux sociaux, qui proposent des contenus plus spécifiquement destinés à la télévision.

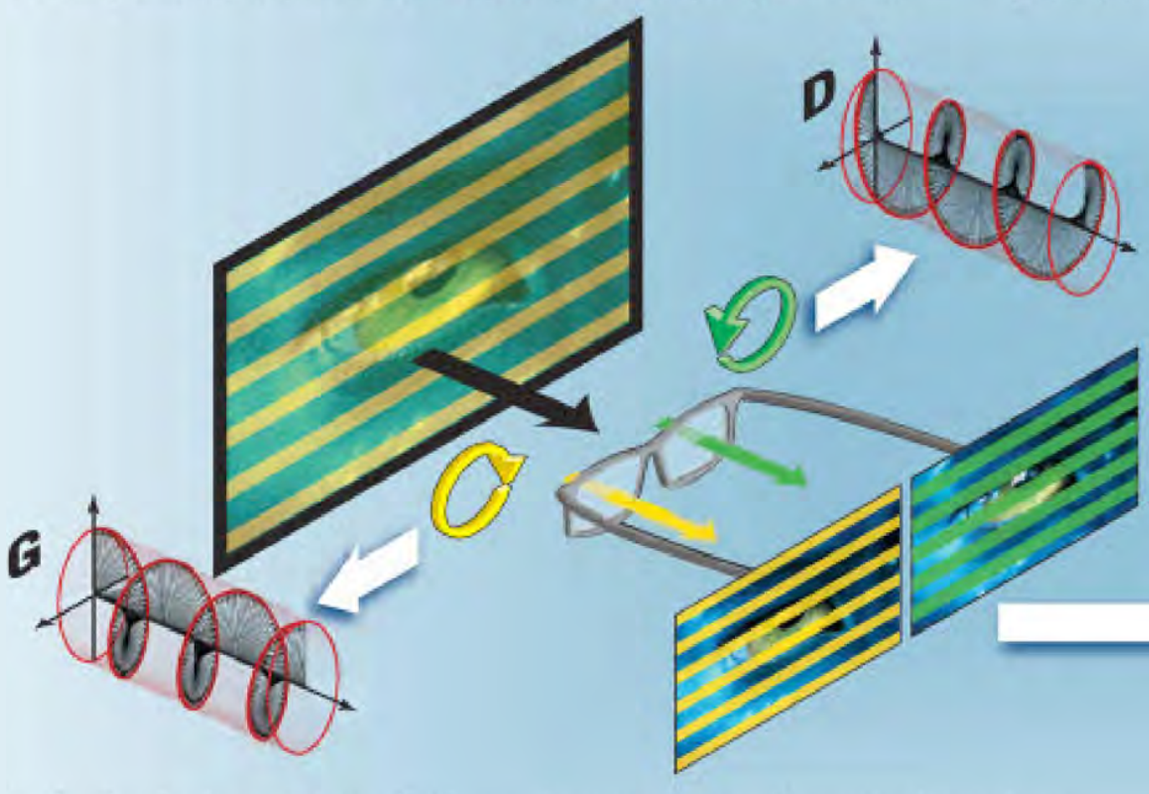
Il peut s'agir de services de « rattrapage télé » : rediffusions d'émissions depuis le site Internet de la chaîne. On trouve également de nombreux services de vidéo à la demande, voire de locations de films en ligne tels que Canalplay.

Chaque marque dispose souvent de son propre « portail ». Il s'agit d'écrans de présentation, qui rappellent un peu les menus de certains DVD où en naviguant avec la télécommande il est assez facile d'accéder à différents services. Autres possibilités sur certains modèles : accéder à ses courriels, surfer sur Internet ou encore jouer à des jeux vidéo que le téléviseur télécharge.

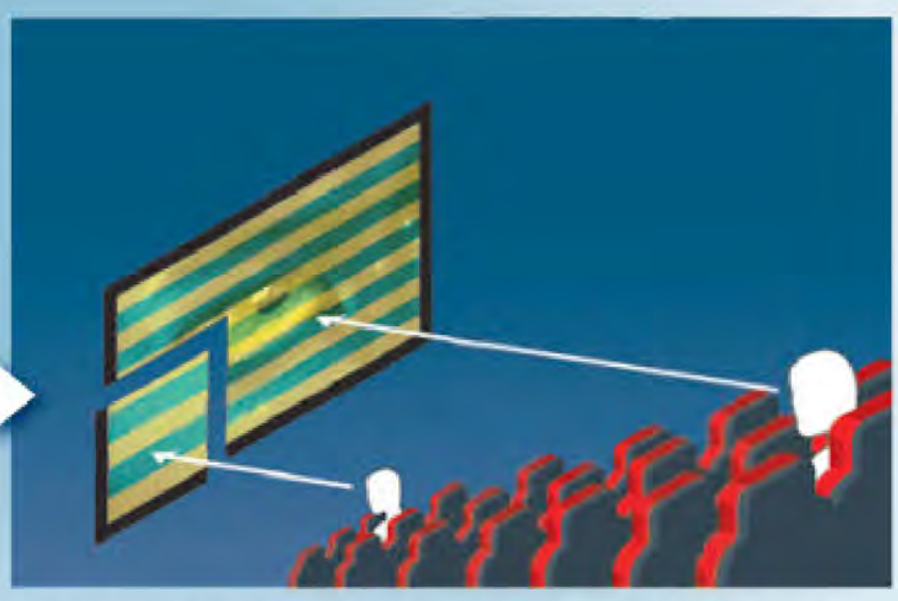
En France, les « box » proposées par Free, Orange, Numericable ou Neuf offrent des services comparables. Ceux qu'offre le téléviseur font alors doublon, ce qui limite le succès des smart TV dans l'Hexagone. Même si beaucoup de téléviseurs récents disposent de cette fonction, peu d'entre eux sont réellement connectés au réseau.

3D polarisée : filtre et lunettes donnent le relief

La restitution du relief passe par la création d'un couple d'images dites stéréoscopiques. Presque identiques, elles présentent de légères différences liées à l'espace qui sépare nos yeux. Les objets en avant-plan se trouvent ainsi décalés par rapport à ceux situés à l'arrière-plan. Cependant, pour que nous percevions le relief, chaque œil doit recevoir l'image qui lui est destinée et uniquement celle-ci. Des lunettes ont donc pour mission de jouer le rôle d'« aiguillage à image ».



La technologie polarisée, également nommée passive, qui a le vent en poupe auprès des télespectateurs, se base sur un écran doté de filtres polarisants alternant polarisation à droite et polarisation à gauche pour chaque ligne. Ainsi, les lignes paires affichent l'image droite, les impaires l'image gauche. Des lunettes, également dotées de filtres polarisants circulaires droite (D) et gauche (G), séparent les images au niveau des yeux. Ces lunettes ont l'avantage d'être peu coûteuses et très légères.



Le principal défaut de cette technologie est la définition de l'image. Cette dernière est en effet est divisée par deux, chaque œil ne reçoit qu'une image composée de 540 lignes au lieu des 1080 de la HD traditionnelle. Du coup, des lignes noires apparaissent dès que l'on se rapproche trop de l'écran, un peu comme sur un ancien téléviseur à tube cathodique.

BETTY LAFON

7 téléviseurs 3D au banc d'essai

Marque	Samsung	Philips	Panasonic	LG
Modèle	UE 46ES6710	47PFL6007H	Viera VT50	55LM860V
Prix indicatif	1299 €	1300 €	2500 €	2799 €
Technologie d'écran	LCD géré à 400 Hz, rétroéclairage LED Micro Dimming	LCD géré à 400 Hz, rétroéclairage full LED	Plasma géré à 2500 Hz (G15 Progressive Full-HD NeoPlasma)	LCD, géré à 800 Hz rétroéclairage LED plus
Diagonale image	46" (116 cm)	47" (120 cm)	55" (140 cm)	55" (140 cm)
Processeur d'image	3D HyperReal Engine	Non précisé	Non précisé	Triple XD Engine
Technologie 3D	3D active 2 paires de lunettes fournies	Polarisée 4 paires de lunettes fournies	3D active 2 paires de lunettes fournies	Polarisée : 4 paires vison 3D + 2 paires « Dual Play » (jeu vidéo) fournies
Ports HDMI	3 ports HDMI, fonction ARC	4 ports HDMI, fonction ARC	4 ports HDMI, fonction ARC	4 ports HDMI, fonction ARC
Ports USB	3 ports USB	3 ports USB	3 ports USB	3 connecteurs USB
Son	2 × 10 watts	2 × 10 watts	Stéréo + caisson de basse intégré	2 × 10 watts
Connexion réseau	Transmetteur Wi-Fi intégré et port Ethernet	Transmetteur Wi-Fi intégré et port Ethernet	Transmetteur Wi-Fi intégré et port Ethernet	Transmetteur Wi-Fi intégré et port Ethernet
Autre connectique	Entrées Péritel, DVI, vidéo composite et composante, audio analogique, PC (via HDMI), sortie audio numérique et analogique	Entrées Péritel, vidéo composite et composante, audio analogique, PC, sortie audio analogique et numérique optique	Entrées (avec adaptateur) Péritel, vidéo composite et composante, lecteur cartes SD, sortie audio numérique, Bluetooth	Entrées Péritel, vidéo composite et composante, audio analogique, PC, sortie audio numérique optique
Principales fonctions Smart TV	Accès aux réseaux sociaux, Smart Hub, Samsung Smart TV, navigateur Internet, VOD, compatible Skype, DLNA, Wi-Fi direct	Télévision à la demande, sites de location de vidéos, navigateur Internet, DLNA, Wi-Fi Smart Screen, applications en ligne	Canal+ à la demande, accès aux réseaux sociaux, Smart Viera, navigateur Internet, compatible Skype, DLNA, smartphones et tablettes	Accès aux contenus Premium, applications LG, navigateur Internet, compatibilité DLNA, Intel WiDi, Seconde TV et MHL
Caméra	Optionnelle	Optionnelle	Optionnelle	Optionnelle
Dimensions	1066 × 632 × 47 mm	1067 × 646 × 29 mm	1286 × 771 × 50 mm	1232 × 723 × 33,6 mm
Poids	13,8 kg	15 kg	Non précisé	22,2 kg
Les plus	Tuner satellite intégré (Fransat), prix	Prix, système Ambilight	Fidélité des couleurs (technologie plasma), profondeur des noirs	Bords étroits, tuner satellite intégré

NOTRE AVIS

SCIENCES ET AVENIR

Nous avons sélectionné et testé ces appareils. Voici nos commentaires.

La technologie Micro Dimming de Samsung ajuste localement l'intensité du rétroéclairage afin d'optimiser les contraste de l'image et, surtout, de lui offrir des noirs profonds. L'offre VOD, en partenariat avec Canalplay, Vidéo Futur ou TF1 Vision, est riche.

Pour optimiser le confort de vision, Philips a doté son téléviseur de la technologie Amiblight. Elle fournit un éclairage aux couleurs changeantes, donnant une sensation de prolongement de l'image dans la pièce. Ce téléviseur se décline également en 42" (1000 €) et 55" (1800 €).

L'image que délivrent les écrans à plasma séduit toujours par le naturel des couleurs et la finesse avec laquelle les détails sont restitués dans les scènes les plus sombres. Une spécificité qui leur vaut souvent la préférence des cinéphiles avertis. Ce téléviseur se décline également en diagonales de 50" (2000 €) et de 65" (4000 €).

La technologie polarisée permet de disposer d'un nombre élevé de lunettes et d'en racheter à coût réduit. Par ailleurs, la fonction Dual Play propose d'afficher simultanément deux images différentes que « sépareront » des lunettes spécifiques. Ainsi deux joueurs peuvent participer à un jeu vidéo sur le même écran, chacun ne percevant que l'image qui lui est destinée.

Samsung	Sony	LG
UE 46ES8000	**KDL65HX920BAEO**	**55EM9600**
2799 €	**5000 €**	**8000 €**
LCD géré à 800 Hz, rétroéclairage LED Micro Dimming Ultimate	LCD, géré à 800 Hz rétroéclairage Intelligent Boost LED	OLED, 4 color pixels (diodes électroluminescentes organiques)
55" (140 cm)	65" (165 cm)	55" (140 cm)
3D HyperReal Engine	Non précisé	Triple XD Engine
3D active 2 paires de lunettes fournies	3D active 2 paires de lunettes fournies	Polarisée : 4 paires vision 3D + 1 clip (à fixer sur lunettes de vue) + 2 paires « Dual Play »
3 ports HDMI, fonction ARC	4 ports HDMI, fonction ARC	4 ports HDMI, fonction ARC
3 ports USB	2 connecteurs USB	3 connecteurs USB
2 × 10 watts	2 × 10 watts +20 W renfort basses	2 × 10 watts
Transmetteur Wi-Fi intégré et port Ethernet	Transmetteur Wi-Fi intégré et port Ethernet	Transmetteur Wi-Fi intégré et port Ethernet
Entrées Péritel, DVI, vidéo composite et composante, audio analogique, PC (par HDMI), sortie audio numérique et analogique.	Entrées Péritel, vidéo composite et composante, audio analogique, PC, sortie audio analogique et numérique optique	Entrées Péritel, vidéo composite et composante, audio analogique, PC, sortie audio numérique optique
Accès aux réseaux sociaux, Smart Hub, Samsung Smart TV, navigateur Internet, VOD, compatible Skype, DLNA, Wi-Fi direct, contrôle vocal et gestuel	Accès aux contenus Sony Entertainement, Skype Ready, navigateur Internet, accès aux réseaux sociaux, compatibilité DLNA, identification de musiques	Accès aux contenus Premium, applications LG, navigateur Internet, compatibilité DLNA, autres fonctionnalités non encore totalement déterminées
Oui, intégrée	Oui, intégrée	Oui, intégrée
1230 × 722 × 31 mm	1504 × 900 × 45 mm	épaisseur 4 mm
16,6 kg	43,2 kg	10 kg
Bords étroits, tuner satellite intégré (Fransat)	Dimension géantes de l'écran, traitement 800 Hz	Taux de contraste infini, bords quasi inexistants

La technologie Micro Dimming Ultimate garantit une image aux contrastes saisissants. Par ailleurs, le micro et la caméra intégrés à ce téléviseur l'ouvrent aux commandes vocales et gestuelles. De plus, la caméra permet la visiophonie, sur Skype, par exemple. Il dispose enfin d'une offre VOD riche incluant Canalplay, Vidéo Futur ou TF1 Vision, Ace Trax ou MySkreen.

Le traitement d'image à 800 Hz garantit une très grande fluidité des mouvements rapides. Par ailleurs, Sony propose un socle pour ce téléviseur faisant office de barre de son pour optimiser sa restitution sonore sans avoir recours à une chaîne Hi-Fi en complément. Enfin, ce téléviseur se décline en diagonales moins impressionnantes : 46" et 45".

Toute nouvelle, la technologie OLED n'en est qu'à ses balbutiements sur les écrans de grande dimension. Cela explique le prix élevé de ce téléviseur. Par ailleurs, nous ne disposons pas de l'intégralité de ses caractéristiques techniques à l'heure où nous mettons sous presse.

C'EST DÉJÀ DEMAIN

IL JOUE LES REFLEX

Dernier-né de Canon, l'EOS M annonce une nouvelle génération de compacts à objectifs interchangeables et d'une qualité équivalente à un reflex. Il allie piqué d'image et simplicité d'utilisation. Son faible encombrement et son tournage vidéo Full HD le rendront vite indispensable. **Prix indicatif : 899 € (fourni avec un objectif 18-55 mm et un flash)**

SPÉCIAL « GAMERS »

Très attendu des joueurs, le SteelSeries Siberia v2 Frost Blue est enfin disponible. Ses LED bleues, très puissantes, illuminent l'espace selon six modes différents. Ce casque dispose d'un micro antibruit et d'oreillettes pourvues de haut-parleurs de 50 mm. Pour une bonne isolation sonore, elles sont recouvertes de coussinets en cuir. **Prix indicatif : 119,99 €**

LE TRANSISTOR DU XXIe SIÈCLE

HDigit présente des radios Internet aussi simples à utiliser que les transistors d'antan. En entrée de gamme : le HDigit-Cuisine. Outre les radios Internet qu'il capte grâce à son transmetteur Wi-Fi, il accède aux musiques de son ordinateur et dispose aussi d'un classique tuner FM. Orbiter, Sense et Slicer, au design plus élaboré, offrent fonctions tactiles, dock iPod/iPhone ou lecteur CD. **Prix indicatif : de 149 € à 499 €**

LE CIEL D'OCTOBRE

par Guillaume Cannat

Vénus étreint Régulus

Où sont les planètes ?

Mercure atteint une élongation maximale de plus de 24° à l'est du Soleil le 26, mais l'inclinaison de l'écliptique en soirée et sa position au sud de cette ligne ne font aucun cadeau aux observateurs européens. Le petit éclat mercurien est plaqué sur l'horizon sud-ouest dès le coucher du Soleil et il est inobservable tout au long du mois.

Vénus migre du Lion à la Vierge. Elle se lève trois heures et quarante minutes avant le Soleil le 1er et un peu plus de trois heures avant le 31. Son élongation solaire diminue de 7° dans le mois, mais l'orientation matinale de l'écliptique nous est favorable. Son éclat (magnitude -4,1) est impressionnant dans le ciel nocturne et, lorsque l'aube s'annonce, il accroche irrésistiblement le regard, loin au-dessus de l'horizon est.

Le 3 octobre à l'aube, on pourra admirer le couple formé par Vénus et Régulus.

Mars est de plus en plus difficile à repérer à l'œil nu dans le ciel du soir. Cherchez-la une heure après le départ du Soleil au ras d'un horizon sud-ouest bien dégagé.

Jupiter se lève trois heures après le coucher du Soleil le 1er et un peu moins de deux heures après le 31. A l'aube, elle brille au-dessus de l'horizon ouest-sud-ouest. Son éclat et son diamètre apparent ne cessent de croître. Installée dans le Taureau, Jupiter passe le méridien à plus de 65° de hauteur, donc loin des zones les plus turbulentes et polluées de la voûte céleste.

Saturne disparaît dans les lueurs crépusculaires dès les premiers soirs du mois. Elle est en conjonction supérieure le 25 et passe alors juste au nord du Soleil.

Phénomène à noter

Le mercredi 3 octobre, à l'orée de l'aube, soit une heure et demie avant le lever du Soleil, Vénus fait le spectacle loin au-dessus de l'horizon est. Elle étincelle vivement à moins de dix minutes d'arc de Régulus, soit à peine un tiers du diamètre apparent de la pleine Lune. La planète est 150 fois plus lumineuse que l'étoile principale du Lion et cette « étoile double » éphémère est d'une rare beauté. Les deux astres étant très brillants, il est facile de les repérer à l'œil nu, aussi bien en ville qu'à la campagne.

Où se trouve l'ISS ?

La Station spatiale internationale est visible à l'œil nu en fin de nuit jusqu'au 5 octobre, puis, à partir du 9, vous pouvez la guetter chaque soir en France métropolitaine. Pour des horaires de passages précis depuis n'importe quel point d'observation, consultez ce site :

➲ www.leguideduciel.net/on2012/

ZOOM

ETOILES FILANTES

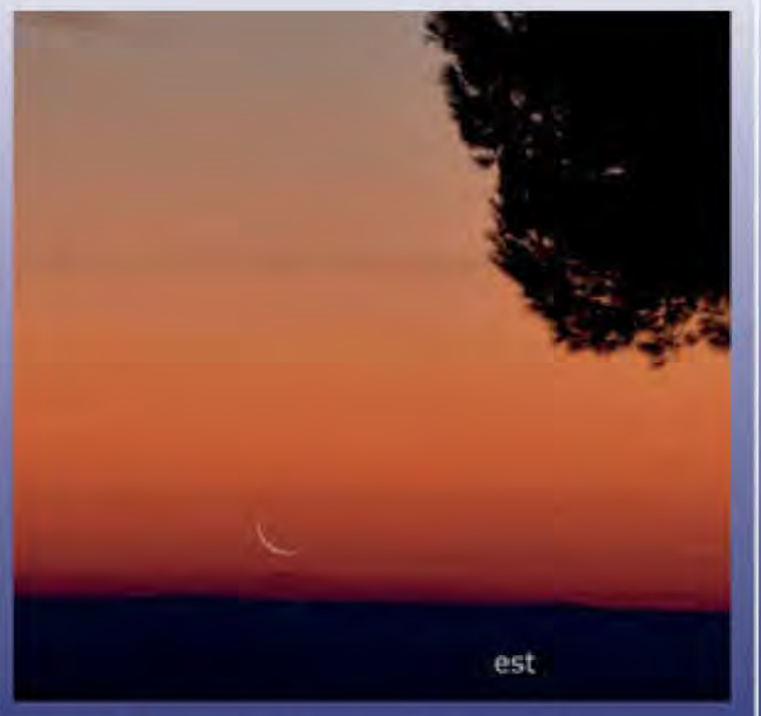
L'an dernier, un fort sursaut d'activité de l'essaim des Draconides était annoncé début octobre et il s'est bien produit, même si la météo n'a guère été favorable à son observation en France.

Cet automne, attendez la seconde moitié du mois pour tenter de saisir quelques étoiles filantes des Orionides. Le pic d'activité devrait se produire dans la nuit du 20 au 21 octobre pour ces météores issus de la rencontre de la Terre avec des poussières issues de la comète de Halley.

A OBSERVER

Le 6, deux heures avant le lever du Soleil

La Lune, bientôt à son dernier quartier, brille juste à côté de Jupiter.
Les deux astres sont dans le Taureau, très loin au-dessus de l'horizon sud.



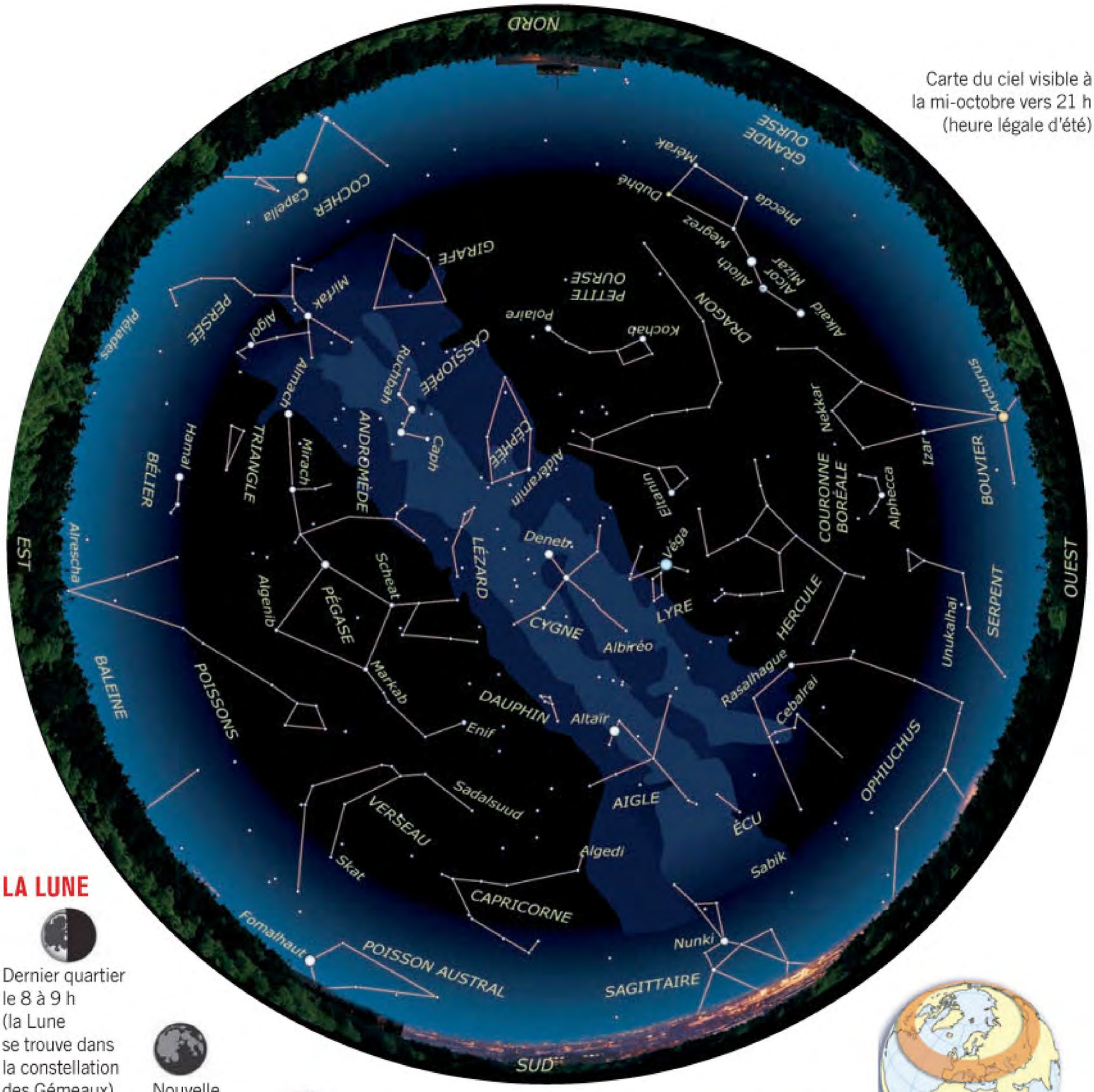
Le 14, une heure avant le lever du Soleil

Il faut un horizon est dégagé et un ciel limpide pour parvenir à repérer le très mince croissant lunaire à l'œil nu, 30 heures avant la Nouvelle Lune.

Le 18, une heure après le coucher du Soleil

Cherchez Mars, Antarès du Scorpion et la jeune Lune à moins de 10° de hauteur au-dessus de l'horizon sud-ouest.
Des jumelles peuvent être utiles.

Carte du ciel visible à la mi-octobre vers 21 h (heure légale d'été)



LA LUNE

Dernier quartier le 8 à 9 h (la Lune se trouve dans la constellation des Gémeaux)

Nouvelle Lune le 15 à 14 h (Vierge)

Premier quartier le 22 à 5 h (Sagittaire)

Pleine Lune le 29 à 20 h (Bélier)

A Paris, le Soleil se lève à 7 h 50 le 1er octobre et à 7 h 36 le 31 ; il se couche à 19 h 28 le 1er et à 17 h 31 le 31.

COMMENT UTILISER CETTE CARTE

Faites tourner votre magazine sur lui-même, de façon que le nom de la direction dans laquelle vous observez soit écrit à l'endroit. Les constellations et les étoiles que vous retrouverez dans le ciel qui vous fait face sont toutes celles dont le nom est lisible sans trop pencher la tête. La position des planètes visibles à l'œil nu est indiquée pour le 15 du mois.

D'OÙ VOIR LE CIEL

Notre carte, tracée pour une latitude de 45° nord, montre le ciel visible en France métropolitaine, et plus largement en Europe et dans le monde, à l'intérieur d'une bande s'étendant de 38 à 52° de latitude nord. L'étoile Polaire sera plus haute dans le ciel si vous êtes à plus de 45° nord, et plus basse dans le cas contraire.

Tous les instants de cette rubrique sont exprimés en heure légale d'été (temps universel + 2 h) jusqu'au 28, puis en heure légale d'hiver (TU + 1 h).

FESTIVAL NOVELA 2012 / TOULOUSE

Vivre ensemble dans l'océan des controverses

Vivre ensemble, penser ensemble… Tel est le fil conducteur de la Novela, le Festival des savoirs partagés, qui se tient à Toulouse du 5 au 21 octobre, en partenariat avec « Sciences et Avenir». Au programme cette année : les sciences humaines.

Pour cette 4e édition du festival, dont *Sciences et Avenir* est partenaire, tous les Toulousains sont conviés à collaborer. Notamment, les habitants du quartier défavorisé du Mirail, avec ses barres d'immeubles, en pleine rénovation. Au cœur de celui-ci se trouve l'université Toulouse-II. Deux mondes qui ne communiquaient guère jusqu'à présent. D'où l'idée de tirer parti de cette opération de rénovation pour travailler et penser ensemble, en particulier pendant la Novela.

Universitaires, artistes et habitants du quartier se mêleront dans nombre d'ateliers, conférences et spectacles ouverts au public. Au menu : urbanisme, linguistique, histoire, sociologie, ethnologie, botanique, cuisines du monde, questions de genre, écriture…

Penser ensemble, pour *« coproduire les savoirs »*, est aussi l'idée défendue par le sociologue Bruno Latour *(lire la Rencontre p. 46)*, invité par le festival pour trois ans. Son travail sera commentée par des chercheurs toulousains et

LASERFABRIK

Global Rainbow d'Yvette Mattern lors d'une précédente édition.

l'intéressé donnera une conférence le 8 octobre à 18 h au théâtre Sorano. Surtout, les travaux des étudiants de plusieurs universités européennes dans le domaine de la « cartographie des controverses », la discipline que Bruno Latour a fondée, seront présentés. Ces travaux dévoilent positions et intérêts de différentes parties dans des débats tels que l'effet potentiellement nocif des lignes à haute tension, le tourisme dans les régions polaires et le réchauffement climatique, ou le site de révélation de données confidentielles WikiLeaks (présentation des controverses le 9 octobre, au muséum).

Jean-François Haït

Programme complet : http://novela.toulouse.fr/. Du 5 au 21 octobre. Accès gratuit. Rens. : 05.67.73.86.51.

ET AUSSI…

Colporteurs de savoir

C'est désormais un rituel : durant la Novela, les chercheurs toulousains parcourent la ville, installent leurs tréteaux et content la science à qui veut l'entendre. Nouveauté cette année : des balades thématiques.

Du 23 septembre au 21 octobre. Horaires et lieux sur : www.lanovela.fr/voyage-et-colportage.pdf

Fab labs conférence

Les « fab labs » : des laboratoires de la créativité numérique où chacun peut venir fabriquer l'objet sorti de son cerveau grâce à une imprimante 3D. Sous l'égide d'Artilect, le fab lab toulousain, les fab labs français et européens se réunissent dans le cadre de la Novela. Au programme : conférences et partage d'expérience avec le public.

Les 20 et 21 octobre de 10 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h, Arche Marengo.

Tes ancêtres, mes ancêtres

Combien de M. ou Mme Darwin vivant aujourd'hui ont un lien de parenté avec le père de la théorie de l'évolution ? Derrière cette question se cache un programme scientifique qui sera présenté lors de la journée thématique «généalogie» du 7 octobre.

Le 7 octobre de 14 h 30 à 22 h 30, espace Duranti, 6, rue du Lieutenant-Colonel-Pélissier.

Exposition

Toulouse-sur-Mer

Difficile de faire plus terrienne que Toulouse, enracinée au milieu de la plaine de la Garonne. Et pourtant, la ville est à la pointe de l'océanographie, avec notamment le Centre national d'études spatiales, qui a conçu avec la Nasa des satellites d'observation des océans tels que Topex-Poséidon ou Jason. C'est pourquoi, la Novela met l'accent sur l'océanographie : exposition d'images satellite du littoral français, rencontres avec des chercheurs et projection des films *Blue Planet* et *Océans*. A noter : un forum des métiers de l'océanographie.

Cité de l'espace, avenue Jean-Gonord, du 12 au 20 octobre à partir de 17 h 30. Rens. : 0.820.377.223

EXPOSITIONS

PARIS
Le luxe, le goût, la science
Exposition dédiée à Johann Christian Neuber, orfèvre minéralogiste du XVIIIe siècle à la cour de Saxe, présentée à Paris après Dresde et New York.
Galerie J. Kugel, 25, quai Anatole-France, jusqu'au 10 novembre. Rens. : 01.42.60.86.23

Les couleurs du ciel
Une rétrospective inédite consacrée à la peinture du XVIIe siècle dans les églises parisiennes.
Musée Carnavalet, 23, rue de Sévigné, du 4 octobre au 24 février 2013. Rens. : 01.44.59.58.58.

MONTBÉLIARD
Gaulois, une exposition renversante
L'exposition de la Cité des Sciences est présentée en Franche-Comté : comment les trente dernières années de recherche ont bouleversé les idées reçues sur les Gaulois vivant dans le Centre et le Nord, de 250 à 52 avant J.-C. *(lire* S. et A. *n° 778, décembre 2011).*
Pavillon des Sciences, du 24 septembre au 4 septembre 2013. Rens. : 03.81.91.46.83.

RENNES
Regards sur le vivant
100 photos pour partir à la découverte de l'Islande, de la Tanzanie, de l'Inde, de la Nouvelle-Zélande, des îles Galapagos et de la Bretagne.
Espace des Sciences, Champs Libres, cours des Alliés, jusqu'au 10 mars 2013. Rens. : 02.23.40.66.00.

TAUTAVEL
Les idées reçues en préhistoire
Comment les travaux scientifiques récents permettent de battre en brèche les idées reçues sur la période préhistorique.
Musée de Tautavel, avenue Léon-Jean-Grégory, jusqu'au 12 novembre. Rens. : 04.68.29.07.76.

THOIRY (YVELINES)
L'arche des « petites bêtes »
Le zoo a inauguré un nouvel espace entièrement dédié aux « petites bêtes », appartenant pour la plupart à la classe des amphibiens et au groupe des invertébrés. Il s'agira aussi d'un centre d'élevage pour des espèces menacées.
Parc et château de Thoiry. Rens. : 01.34. 87.40.67.

LAUSANNE (SUISSE)
Reflets
L'histoire et les coulisses du musée de Zoologie dans le regard du photographe Michel Krafft autour de trois thèmes : les reflets dans les vitrines, les coulisses du musée et les clichés historiques.
Palais de Rumine, place de la Riponne 6, jusqu'au 27 janvier 2013. Rens. : 00/41.21.316.34.60.

Exposition **PARIS**

La Fête de la science rassemble les institutions scientifiques

Parmi les manifestations de l'incontournable fête annuelle de la science, une rencontre inédite entre chercheurs de dix grands instituts de recherche nationaux et grand public. Ainsi, une cinquantaine de scientifiques de tous horizons présenteront, sur la place Carrée du Forum des Halles (d'où le nom « Science au carré(e) »), à Paris, des objets en rapport avec leurs travaux et discuteront avec les visiteurs, notamment les collégiens et les lycéens. En marge de l'événement, le public pourra participer à des jeux et regarder une exposition d'images scientifiques.
Fête de la science, du 10 au 14 octobre. Programme complet sur www.fetedelascience.fr

DR
L'association Les petits débrouillards participe à la fête.

CONFÉRENCES

PARIS
L'aléa et le continu
Par Wendelin Werner, mathématicien, professeur à l'université Paris-Sud et médaille Fields 2006.
Académie des sciences, grande salle des séances, 23, quai de Conti, le 2 octobre à 14 h 30. Rens. : 01.44.41.43.66.

L'impensable hasard. Non-localité, téléportation et autres merveilles quantiques
Par Nicolas Gisin, directeur du département de physique appliquée de l'université de Genève.
Musée des Arts et Métiers, 60, rue Réaumur, amphithéâtre Abbé-Grégoire, le 4 octobre à 18 h 30. Rens. : 01.53.01.82.70.

BREST
La vie sous pression dans l'océan profond
Par Juliette Ravaux, de l'équipe de recherche « Adaptations aux milieux extrêmes » à l'université Pierre-et-Marie-Curie
Océanopolis, auditorium Marion-Dufresne, le 2 octobre à 20 h 30. Rens. : 02.98.34.40.40.

HÉROUVILLE-SAINT-CLAIR
Dernières nouvelles de l'Univers
Par André Brahic astrophysicien au Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et professeur à l'université Paris-Diderot.
Le Café des images, square du Théâtre, le 8 octobre à 20 h. Rens. : 02.31.45.34.70.

RENNES
La biodiversité et nous : et si on s'en préoccupait vraiment ?
Par Robert Barbault, directeur du département Ecologie et Gestion de la biodiversité au Muséum national d'histoire naturelle.
Espace des Sciences, Champs libres, cours des Alliés, le 2 octobre à 20 h 30. Rens. : 02.23.40.66.00.

ET AUSSI...

PARIS
Les fins du monde imaginées
Une journée de rencontres avec des scientifiques, des auteurs de science-fiction et des dessinateurs de mangas, au cours de laquelle sera projeté en avant-première un documentaire produit par Ciné+ Frisson à propos des différents scénarios d'apocalypse.
Le 13 octobre de 10 h à 18 h. Cité des Sciences et de l'Industrie, 30, avenue Corentin-Cariou Rens. : 01.40.05.70.00.

Binôme
Cinq petites pièces de théâtre à trois voix d'une demi-heure, nées de la rencontre, durant seulement 50 minutes, d'un scientifique et d'un auteur de la troupe « Le sens des mots » (www.lessensdesmots.eu).
Théâtre du Rond-Point, du 16 au 20 octobre. Rens. : 01.44.95.98.21.

LABÈGE (HAUTE-GARONNE)
Scientilivre
La 12e édition de ce festival consacré au livre scientifique et orienté vers les jeunes a pour thème l'eau et réunira une cinquantaine d'auteurs. En marge : des projections de documentaires, des ateliers, etc.
Centre de congrès Diagora-Labège, 105, rue Pierre-Gilles-de-Gennes. Programme complet sur : www.deliresdencre.org Rens. : 05.61.00.59.97.

MARSEILLE
Festival Science Frontières
Pour sa 28e édition, ce festival met l'accent sur l'infiniment petit dans toutes les disciplines scientifiques.
24 heures sur la Terre, bibliothèque de l'Alcazar, cours Belsunce, les 12 et 13 octobre. Programme complet sur : www.24hsurlaterre.org

Exposition **BORDEAUX**

Lascaux

Premier arrêt (et unique) en France avant Chicago et Montréal d'une exposition itinérante voulue par la Dordogne pour redorer le blason de Lascaux. Un parcours en trois temps : l'histoire de la découverte de la cavité, un fac-similé partiel de la grotte accompagné de vidéos destinées à expliquer les œuvres qu'elle renferme, et un espace pour comprendre le contexte dans lequel elles ont été réalisées.

Cap Sciences, Hangar 20, quai de Bacalan, du 13 octobre au 7 janvier 2013. Rens. : 05.56.01.07.07.

Le buzz du mois

Liberté sur ordonnance

S'il est un médicament qui ne suscite pas l'indifférence, c'est bien le baclofène. Ce décontractant musculaire, dont le Pr Olivier Ameisen a mis en évidence l'efficacité pour traiter l'alcoolisme en 2004, fait de plus en plus d'adeptes. *Sciences et Avenir* a été le premier à en informer ses lecteurs en donnant la parole à ses utilisateurs, malgré la polémique sur cette utilisation hors autorisation de mise sur le marché *(lire* S. et A. *n° 769, mars 2011)*. Pourquoi alors avoir intitulé *Indifférence* ce recueil de 18 témoignages réunis par l'Aubes, l'Association des utilisateurs de baclofène et sympathisants ? Sans doute s'agit-il de celle des pouvoirs publics. Mais il fait surtout référence à ce stade ultime vis-à-vis de l'alcool auquel semblent parvenir ceux qui suivent ce traitement : parvenir à se débarrasser du maudit singe niché sur l'épaule qui leur mord la nuque dès qu'ils essaient de résister à la tentation. La plupart témoignent à visage découvert, et cela fait plaisir de voir que la chape de plomb de la honte se soulève enfin et que l'alcoolisme commence à être considéré comme une maladie comme les autres.

Hervé Ratel

http://2doc.net/igilf

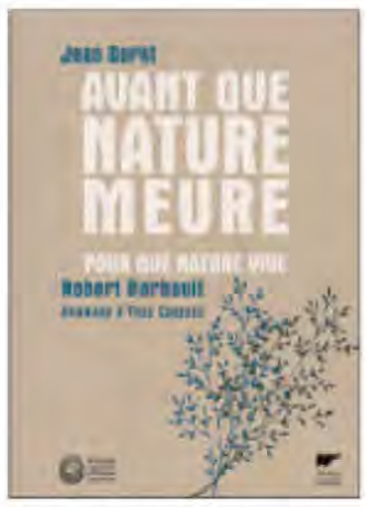
Indifférence, Laurence Cuny, Bastien Joussaume, Le Publieur, 198 p., 19,90 €

Pour une éthique de la biosphère

Près de 50 ans après sa parution, le livre prémonitoire de Jean Dorst est réédité dans une version mise à jour. Une œuvre majeure plus que jamais d'actualité.

Publiée en 1965, l'analyse prémonitoire de la crise de la biodiversité faite par Jean Dorst, l'éminent ornithologue, académicien, puis directeur du Muséum national d'histoire naturelle de Paris de 1975 à 1985, est prolongée aujourd'hui par Robert Barbault. L'actuel directeur du département Ecologie et Gestion de la biodiversité du Muséum y apporte des éclairages nouveaux, tout en s'appuyant sur les anticipations fulgurantes de son prédécesseur : *« Lorsque j'ai accepté de remettre à jour l'ouvrage de Jean Dorst, j'ai été frappé par sa grande actualité, qui tient essentiellement à une vision dynamique de la biodiversité, fondée sur la prise en compte des interactions entre les sociétés humaines et le reste du vivant »*, explique-t-il.

Jean Dorst était fondamentalement un écologue naturaliste et un grand voyageur. Son impressionnante récolte de données sur l'érosion des espèces, la raréfaction des ressources, la déforestation, l'impact des mauvaises pratiques agricoles et de la chimie sur les sols, la pollution des eaux ou encore, et surtout, les effets délétères de la croissance démographique sur l'équilibre de la planète sont le condensé de ses expériences directes, nous raconte Robert Barbault : *« Des sujets aussi complexes que la transformation des écosystèmes sont incarnés dans ses actions de terrain. Son récit, d'une réjouissante fraîcheur, présente à mes yeux beaucoup plus de consistance que des discours sobres, supposés objectifs, où l'on décline à l'envi les pourcentages d'espèces qui disparaissent ! »*



Avant que nature meure. Pour que nature vive, Jean Dorst, Robert Barbault, hommage d'Yves Coppens, Delachaux et Niestlé, Muséum national d'histoire naturelle, 544 p., 29,90 €

Cette complexité, Jean Dorst la prend à bras-le-corps, en partant d'un constat radical : l'homme s'est conduit en apprenti sorcier en enclenchant des mécanismes dont il a vite perdu le contrôle, sans réelle conscience de sa dépendance vitale des ressources naturelles et nourrissant une confiance inébranlable dans la technologie et le progrès. Son analyse approfondie – menée de façon chronologique et géographique – des causes de ce qui lui apparaît déjà comme un désastre le mènera néanmoins, en guise de conclusion, à lancer un appel pour refonder un pacte harmonieux entre la nature et l'homme.

Voilà qui résonne de manière cruellement actuelle : sorti juste avant le sommet Rio+20, le livre auquel Robert Barbault apporte sa contribution ne fait qu'entériner la gravité de la situation. Le chercheur y confirme, dernières études à l'appui, l'érosion inéluctable de la biodiversité, l'exploitation aveugle de la nature et l'inadéquation des décisions politiques, malgré la masse de connaissances nouvelles et la montée en puissance de la mobilisation. Une lueur d'espoir dans ce constat qui *« fait froid dans le dos »* ? S'appuyer sur l'éthique environnementale et prendre conscience du fait que *« le succès de la vie sur Terre s'est aussi fondé sur la coopération, l'entraide et l'empathie »*.

Andreina De Bei

Le beau livre

A hauteur d'hommes

PIERRE DE VALLOMBREUSE/FED. DE LA MARTINIÈRE

On ne pouvait imaginer meilleure préface. La sobre profondeur de Pierre Rabhi, ouvrier agricole bien avant de devenir philosophe et essayiste en lutte pour la sécurité alimentaire, éclaire avec justesse les images de Pierre de Vallombreuse : l'être humain est *« égal à lui-même dans le temps et l'espace »*. C'est en cultivant cette pensée que le photographe, bien connu des lecteurs de *Sciences et Avenir (voir nos 753, novembre 2009 ; 777, novembre 2011 ; 784, juin 2012)*, a suivi durant vingt ans les pas des peuples autochtones à travers le monde. Mettre l'accent sur la valeur des sociétés ancestrales, menacées par la civilisation moderne, aura été le fil conducteur d'un engagement qui aboutit à un livre témoignage frappant de beauté et de cohérence. 160 photos en noir et blanc accompagnées de textes de spécialistes ouvrent une fenêtre sensible sur la fragilité des « hommes racines ». ✪ **Andreina De Bei**

Hommes Racines, Pierre de Vallombreuse, préface de Pierre Rabhi, La Martinière, 224 p., 45 €

Penser l'évolution
Hervé Le Guyader, Actes Sud, 544 p., 29,50 €

Biologie

Les vicissitudes de l'évolution

Le chemin qui sépare la publication de *De l'origine des espèces* par Charles Darwin en 1859 de la compréhension des premiers mécanismes biologiques qui rendront tangibles cette hypothèse est relativement court, un demi-siècle. Il est pourtant semé d'embûches, de chausse-trapes et comme le résume l'auteur, de *« bonnes et de mauvaises rencontres »*. Et ce parcours tortueux de se poursuivre jusqu'à aujourd'hui avec les nouveaux avatars du créationnisme…

Pour raconter l'histoire de la biologie évolutive, l'auteur semble emprunter une route pas moins escarpée. Le récit, structuré avec l'insertion de larges extraits de textes de divers courants scientifiques, théologiques ou autres, déconcerte de prime abord. Mais, très vite, cette construction se révèle une vraie trouvaille. Elle permet de replacer dans le contexte historique et chronologique l'évolution des pensées et des idées et de mieux appréhender le propos de ce professeur de biologie évolutive, commentateur mais également fin critique, et ainsi de remettre en perspective une histoire pas simple du tout et sur laquelle les différents courants de réflexion n'en finissent pas de s'écharper. Un pavé de 500 pages affûté et plutôt digeste pour celui déjà familiarisé avec les notions élémentaires de biologie. ❖ **Hervé Ratel**

Histoire des sciences

Les Inventions à petits pas

Véronique Corgibet, illustrations Laurent Kling, Actes Sud Junior, 80 p., 13 €

Saluons une nouvelle fois la qualité de cette collection « A petits pas » destinée aux enfants dès 9 ans – mais que les adultes ne boudent pas ! – dont les thèmes réjouissent toujours les curieux. Cette fois, l'auteur nous entraîne au cœur des inventions, des débuts de l'agriculture aux réseaux sociaux. Une mine d'anecdotes, bien sûr, comme la mise au point de la première machine à calculer à manivelle en 1890 aux Etats-Unis pour aider au recensement. Mais l'auteur s'interroge également sur la notion de progrès dans un monde peuplé de 7 milliards d'habitants… ✪ **C. C.**

Antrophologie

La Préhistoire des autres

Sous la direction de Nathan Schlanger et Anne-Christine Taylor, La Découverte, 384 p., 28 €

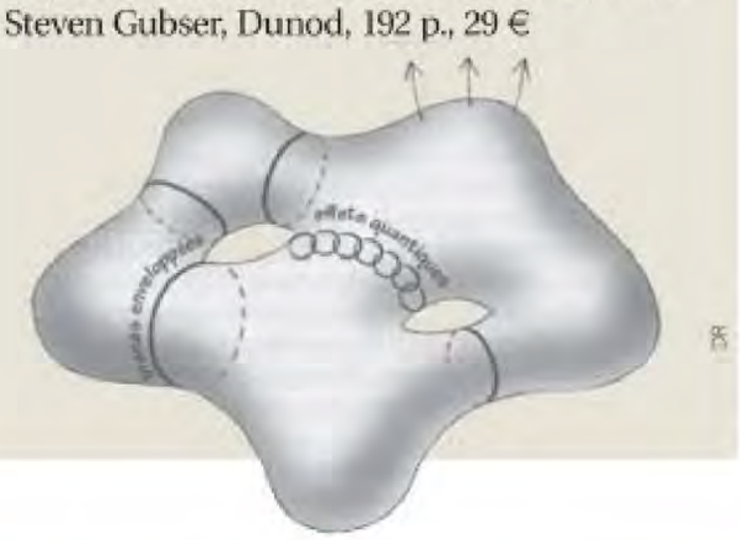
Si la représentation de la préhistoire des sociétés occidentales est bien établie, comment représente-t-on celle des sociétés dites primitives que l'on a tendance à concevoir immuables ? Archéologues et anthropologues ont entamé ce dialogue lors d'un colloque organisé au musée du Quai-Branly, à Paris, en 2011 et dont cet ouvrage rend compte. Une trentaine de contributions pour mieux découvrir certains aspects de l'Arabie néolithique ou les premières sociétés du Proche-Orient. ❖ **C. C.**

Le coin de l'érudit

Défaire les nœuds de la théorie des cordes

« La théorie des cordes est un mystère. » C'est avec ce leitmotiv – que l'on ne contredira pas ! – que l'auteur, professeur de physique à Princeton (Etats-Unis) tente d'expliquer l'attrait de ce domaine de recherche qui draine depuis une décennie les étudiants les plus brillants. La théorie des cordes fait partie des pistes qui permettraient de formuler une théorie de la gravité quantique, censée concilier la relativité générale d'Einstein, qui s'applique à l'échelle cosmologique, avec la physique quantique, adaptée au monde subatomique. Pour l'aborder, Steven Gubser explique pas à pas l'évolution des idées depuis les premiers énoncés de la physique du XX^e^ siècle. Pour un public déjà acquis aux charmes de la physique… **A. Kh.**

Petite Introduction à la théorie des cordes, Steven Gubser, Dunod, 192 p., 29 €



Psychologie

Psychotérapies nouvelle vague

On connaît généralement trois familles de psychothérapies (psychanalyse, thérapies cognitives comportementales et thérapies humanistes). Ce livre, revue critique des nouveaux courants de psychothérapies, élargit encore l'horizon. *« L'objectif de cet ouvrage sera de présenter certaines orientations psychothérapeutiques dont nous avons pu mesurer la pertinence (dans le cadre soit d'une pratique clinique, soit d'une analyse de la littérature, soit d'une pratique de la recherche) pour la préservation de la santé de l'individu ou la prise en charge des patients atteints de maladie »*, assure le coordinateur de l'ouvrage collectif, Cyril Tarquinio, directeur du master psychologie clinique et psychologie de la santé à l'université de Lorraine. Ainsi sont explorées la thérapie par le jeu vidéo, celle des schémas ou la pratique de la pleine conscience, cette méditation laïque mise en place dès 1979 par John Kabat-Zinn. Sans oublier l'EMDR (désensibilisation et reprogrammation par le mouvement des yeux), les thérapies de réminiscence ou de rétrospective de vie. Mais aussi la sophrothérapie, le yoga, les arts martiaux et même la prière.

Ce livre, scientifique, pointu, illustré de cas cliniques et doté d'une solide bibliographie, n'aurait sans doute pas vu le jour il y a 15 ans, ni trouvé son public, selon

ABK/BSIP

Cyril Tarquinio. Il s'inscrit en effet, dans une période où la psychothérapie en France – désormais soumise à évaluation depuis le rapport de l'Inserm en 2004 – est en pleine révolution. ❖ **Elena Sender**

Manuel des psychothérapies complémentaires
Cyril Tarquinio,
Dunot, 544 p., 42 €

La sélection DVD

De la légèreté de l'âme cybernétique

Eva, Kike Maillo (France/ Espagne, 2011), DVD Wild Side

Ce film de science-fiction espagnole, tourné en Suisse, cumule les maladresses : un casting approximatif (les acteurs les plus convaincants sont les robots, notamment le chat), un doublage français décevant, un pitch déjà entendu. Franchement, des films de robots, on en a déjà vu des dizaines, non ? Pourtant, on se laisse entraîner par *Eva*, son scénario et son traitement original.

Dans un futur proche où la présence d'humanoïdes ne se fait même plus remarquer, un univers éco-futuriste mais volontairement familier, on suit le travail de trois jeunes cybernéticiens en charge de la gestion des émotions des robots, la délicate composition des âmes et des caractères. S'ensuivent des rapports troubles entre les hommes et les femmes, mais aussi entre les hommes et les machines… Dans un avenir proche, sera-t-il possible d'être attiré par un robot ? D'établir des liens émotionnels aussi forts que ceux que l'on a avec des humains, avec des enfants ? Sera-t-il envisageable d'aimer un humanoïde ? Classique de la science-fiction, le thème est ici déroulé à une échelle rapprochée, intimiste. Une surprise : la neige, très présente dans cet univers isolé, tout au long du film.

Nominé et primé dans plusieurs festivals, dont celui de Gerardmer, *Eva* n'est certes pas un chef-d'œuvre. Cette curiosité, passée inaperçue chez nous, rappelle le blockbuster *A.I. Intelligence artificielle*, de Steven Spielberg (2001). Mais, grâce à son approche émotive et sensible, loin du tape-à-l'œil futuriste, entre fantasme de la création du robot ultime et rapports humains ambigus, et grâce aux performances de Lluis Homar et de la jeune Claudia Vega, ce premier long-métrage du réalisateur catalan Kike Maillo est plus intéressant, plus touchant.

Yves Blanc

Education

100 Analogies étonnantes pour comprendre les grandes théories scientifiques

Joël Levy, Le Courrier du livre, 222 p., 21,30 €

Il y a des classiques, comme « l'histoire de la Terre en un jour » où l'hominidé apparaît à 23 h 57, ou le modèle de l'évolution qui serait selon un buisson plutôt qu'un arbre…. Autant d'images qui font le bonheur des profs et des parents dans leur effort pour expliquer les phénomènes naturels. Certaines, cependant, pourraient rendre l'explication encore plus complexe, comme celle sur l'influx nerveux : « *Si un géant couvrant le monde entier, avec sa tête à Baltimore et ses orteils au large de la côte sud-africaine, était mordu au pied par un requin le lundi, il ne sentirait la douleur que mercredi et ne réagirait pas avant dimanche.* » Mais l'ensemble est plaisant. ✪ **A. Kh.**

Astronautique

Mécaniques du ciel

Tom Bullough, Calmann-Lévy, 264 p., 18,90 €

Non, l'aventure spatiale n'a pas démarré avec la guerre froide. Au XIXe siècle déjà, des savants réfléchissaient à la meilleure manière de s'affranchir de la gravitation terrestre, allant jusqu'à imaginer des canons géants pour propulser des hommes à l'intérieur d'obus aménagés. Mais plus que la science ou la technique, c'est l'histoire poétique d'un jeune garçon russe avide de comprendre le monde et construisant d'ingénieuses machines qui fait le charme de ce roman. ✪ **C. M.**

Biologie

Fabriquer le vivant

Michel Benasayag et Pierre-Henri Gouyon, La Découverte, 192 p., 16 €

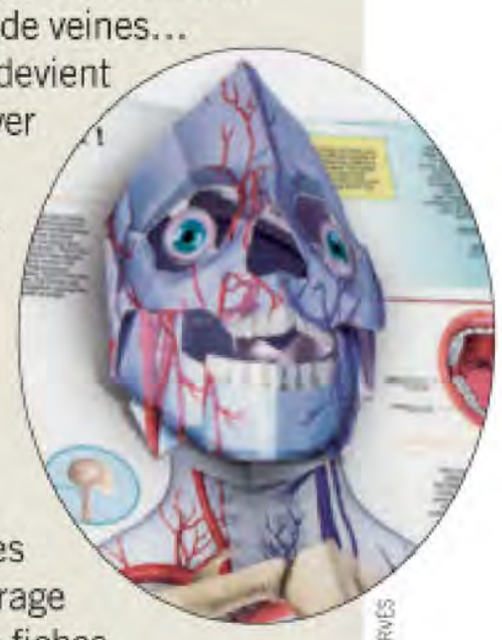
Dialogue entre un philosophe et psychanalyste et un biologiste, ce petit ouvrage se penche sur le décalage de plus en plus profond entre, d'un côté, le triomphe d'une technoscience qui bouleverse nos sociétés et, dans le même temps, la perte de repères, culturels et sociaux, qui minent celles-ci. Le progrès a ses revers cinglants et les deux auteurs de s'interroger : à mesure que l'homme comprend de mieux en mieux les fondements biologiques du vivant et se rapproche toujours un peu plus du projet démiurgique de recréer la vie dans ses laboratoires, comment et pourquoi peut-il perdre de vue à ce point l'essence de sa nature humaine ? ❖ **H. R.**

✪ Tous publics ❖ Public motivé

Le coin jeunesse

Géant !

Attention ! si vous ouvrez ce livre animé destiné aux 6–10 ans, prévoyez de l'espace. Car de ses pages surgira un corps humain entier de 1,60 m avant de s'étaler devant vous de tout son long. Très réaliste, cette reproduction en couleurs et en pop-up, avec ses membres articulés et ses vues en coupe, dévoilera alors son squelette et ses organes de carton, son réseau d'artères et de veines… Du crâne aux orteils, il devient alors possible de soulever le foie, d'observer l'intérieur du cerveau… La lecture devient ludique. Ce livre se révèle un support pédagogique idéal pour accompagner les plus jeunes dans la découverte des mystères du corps humain. L'ouvrage contient également des fiches complètes sur les principaux systèmes (respiration, digestion…) et un glossaire détaillé. Pour le plaisir des yeux, petits et grands et à manier toutefois avec délicatesse, afin de pouvoir répéter les « dissections ». **Sylvie Riou-Milliot**



Incroyable Corps humain, Richard Walker, Gründ, 28 p., 16,95 €

GRÜND TOUS DROITS RÉSERVÉS

Les Sacrifiés des ondes

Jean-Yves Bilien et Maxence Layet (France, 2012), DVD disponible sur www.filmsdocumentaires.com

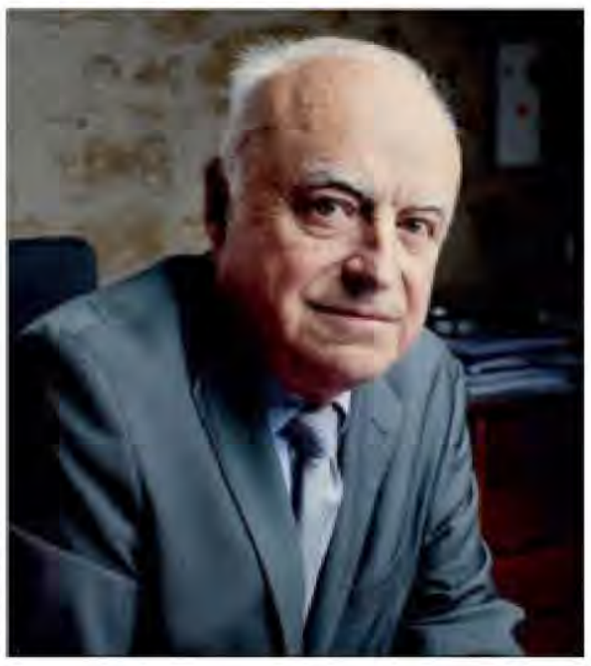
Ce documentaire est très alarmiste sur le « brouillard électromagnétique » qui nous enveloppe (micro-ondes, téléphones mobiles, 3G, Wi-Fi, radio, télé…), vis-à-vis duquel les autorités sanitaires semblent lentes à réagir. On connaît la puissance des lobbys concernés. Le film présente de nombreux témoignages de médecins et chercheurs pour le moins inquiétants. **Y. B.**

Allemagne, années expérimentales

The Lost Tapes, Can, coffret 3 CD (Mute / Naïve)

Printemps 1968. La société gaulliste ronronne encore. Une part de la jeunesse rêve de quelque chose de fondamentalement neuf. La France est le premier pays à accueillir les musiques bizarres surgies d'outre-Rhin, et le pays où elles marcheront le mieux. Ici, on les appelle simplement « le rock allemand ». En Allemagne, on parle de Kosmische Musik, et en Angleterre de Krautrock (rock choucroute), les journalistes britanniques comprenant que le rock va être renversé par ce flot d'innovations qui déferle des villes allemandes : Tangerine Dream, Klaus Schulze, Kraftwerk… Mais l'un des groupes allemands les plus créatifs est Can, qui va marquer les quatre décennies à venir.

L'aventure débute à Cologne, en même temps que la bande à Baader. Can est expérimental et d'une précision chirurgicale. Deux des musiciens sont élèves de Stockhausen. Le premier chanteur est noir américain, le second sera japonais. Au moment de la vente du premier studio de Can, une collection de bandes, qui dormaient dans des cartons, a été mise au jour. Le meilleur de ces enregistrements vient de paraître en coffret. Un palpitant voyage à travers l'espace et le temps. **Y. B.**


BRUNO KLEIN

ENTRETIEN AVEC Pierre Papon

“Il faut faire les bons paris scientifiques”

Le physicien défriche les domaines de recherche d'où émergeront peut-être les ruptures technologiques qui aideront à faire face aux défis à venir.

Bref Récit du futur, Albin Michel, 352 p., 22,50 €

Pierre Papon est professeur émérite à l'ESPCI-ParisTech. Il a été directeur général du CNRS de 1982 à 1986 et P-DG de l'Ifremer de 1989 à 1995. Il est président d'honneur de l'Observatoire des sciences et des techniques et membre de la Fondation Res Publica.

Plutôt que d'opter pour la science-fiction, dans cette évocation du futur, vous vous inspirez des derniers résultats en physique et biologie. Quelle a été la genèse de ce livre ?

J'ai longtemps été chercheur, puis j'ai occupé des postes qui m'offraient une vision globale de la recherche. J'ai constaté que nous étions sans cesse confrontés à des décisions engageant des moyens importants. L'enjeu est de déterminer quels sont les bons paris scientifiques qui pourraient, un jour, faire émerger un nouveau domaine de recherche. Cette nécessaire prospective m'a guidé. Aujourd'hui, quatre crises majeures (énergétique, climatique, sanitaire, alimentaire) nous menacent. Plus que jamais, il faut « flairer » les pistes prometteuses et les suivre. Malheureusement, nous sommes obsédés par le court terme.

D'où le chapitre intitulé « Ralentir travaux »…

En effet, la recherche scientifique n'évolue pas au même rythme que le monde de la finance et de l'économie. Or, le langage de la compétitivité et de la rentabilité économique s'est peu à peu imposé au monde de la recherche alors que le temps est un paramètre clé dans la genèse d'un concept novateur. En outre, les indicateurs habituels, comme le nombre de publications ou de brevets déposés, ne sont pas adaptés pour prévoir quel concept scientifique sera réellement novateur. Prenons le cas du transistor, découvert en 1947. Pensez-vous qu'en 1950 on pouvait mesurer son impact potentiel dans la société ? Il en va de même pour de nombreuses technologies de rupture, ces avancées qui changent radicalement notre manière de faire dans un domaine, et par là même induisent une évolution des mentalités.

Dans quels domaines peut-on s'attendre à une technologie de rupture ?

En physique, cela viendra de « l'après-modèle standard ». Une nouvelle théorie sur la structure intime de l'espace ou du temps serait sans doute une « rupture conceptuelle », mais nous ne savons pas encore quelles avancées technologiques y seraient associées. La biologie de synthèse est un autre domaine de rupture possible. La possibilité de fabriquer des micro-organismes qui pourraient à terme se transformer en unité de production énergétique ou chimique. Le mariage de la génétique et de l'informatique pourrait déboucher sur des systèmes de reconnaissances biométriques. Le couplage entre la robotique et les sciences cognitives est aussi très prometteur : à l'horizon 2040, on pourrait concevoir des systèmes de commandes directes entre ondes cérébrales et prothèses robotisées. Mais la rupture peut aussi venir du traitement de l'information avec l'avènement de l'ordinateur quantique par exemple.

Selon vous, il faut aussi surmonter des visions héritées du passé, voire l'héritage de Descartes ?

Oui, au sens où, en dépit des progrès en biologie synthétique et des perspectives de la biologie des systèmes, nous conservons une vision « mécanicienne » du vivant comme s'il se résumait à une juxtaposition de processus : c'était la vision de Descartes. Alors que le propre des systèmes complexes, une cellule par exemple, est le phénomène d'émergence. Le tout dépasse la somme des parties : des propriétés résultent d'un comportement collectif des constituants du système. Nous n'avons pas encore intégré cette dimension du vivant. Or, un individu n'est pas la somme de ses gènes qui seraient réparables. C'est un domaine où les promesses vont trop loin…

La rupture technologique survient-elle dans un contexte économique particulier ?

Il me semble qu'il faut un minimum de croissance économique pour pouvoir investir. On peut s'interroger : une économie qui ferait sienne les principes du développement durable se contentant d'une faible croissance pourrait-elle provoquer des ruptures techniques ou scientifiques ? Je pense que cette économie durable nécessite une transition énergétique qui devra s'opérer en peu de temps. Or, relever un tel défi en quelques décennies ne permettra pas l'émergence d'une rupture technologique.

Propos recueillis par Azar Khalatbari

La Fondation a créé le **Prix Claude Pompidou pour la recherche sur la maladie d'Alzheimer**. Chaque année, il permet d'acquérir des équipements technologiques hautement performants indispensables aux travaux des équipes de recherche.

Chaque don compte !
Avec nous, aidez la recherche sur la maladie d'Alzheimer !

Fondation Claude Pompidou

Pour les personnes âgées, handicapées et hospitalisées
Reconnue d'utilité publique par décret du 16 septembre 1970

Je souhaite soutenir le Prix Claude Pompidou en effectuant un don, en retour, je recevrai un reçu fiscal* :
Mme - Mlle - M. Nom : ..... Prénom : .....
Adresse :.....
Code Postal : ..... Ville : .....
Courriel : .....
Chèque à l'ordre de la Fondation Claude Pompidou, 42 rue du Louvre, 75001 Paris.
Contacts : 01 40 13 75 00 ou www.fondationclaudepompidou.fr

*Les dons manuels reçus par la Fondation donnent lieu aux réductions fiscales prévues par le Code Général des Impôts art. 200 et par la Loi TEPA 2007-1223.

S&A-270912 **PC01**

Affligem

La savoureuse minute belge.*

* Il faut une minute pour qu'une gorgée de bière Affligem révèle toutes ses saveurs

Savoir prendre son temps.

L' ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. À CONSOMMER AVEC MODÉRATION.

AGENCE DUFRESNE DUFRESNE SCARLETT H Entreprise RCS Nanterre 414843062